AA54 F62 1882

PROYECTO

DEL

DESAGÜE Y SANEAMIENTO DE LA CIUDAD

Y

DEL VALLE DE MÉXICO

POR

L. DE BELINA

Doctor en Medicina
de las facultades de Paris, Heidelberg y México; Laureado de la Academia de Medicina de Paris (Premio Barbier);
Antiguo jefe de Clínica de Obstetricia; Antiguo Catedrático de partos
y enfermedades de la cintura en la Univercidad de Heidelberg; Antiguo cirujano del ejército frances;
Miembro de la Sociedad Meteorológica de Francia;
de la Sociedad Magnética de Italia; de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística;
de la Asociacion Médica "Pedro Escobedo," etc., etc.

Memoria publicada por acuerdo de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística.

MÉXICO
IMPRENTA DE FRANCISCO DIAZ DE LEON
Calle de Lerdo Numero 3.

1882

PROYECTO

DEL

DESAGÜE Y SANEAMIENTO DE LA CIUDAD

Y

DEL VALLE DE MÉXICO

POR

L. DE BELINA

Doctor en Mediciua
de las facultades de Paris, Heidelberg y México; Laureado de la Academia de Medicina de Paris (Premio Barbier);
Antiguo jefe de Clínica de Obstetricia; Antiguo Catedrático de partos
y enfermedades de la cintura en la Univercidad de Heidelberg; Antiguo cirujano del ejército frances;
Miembro de la Sociedad Meteorológica de Francia;
de la Sociedad Magnética de Italia; de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística;
de la Asociacion Médica "Pedro Escobedo," etc., etc.

Memoria publicada por acuerdo de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística.

MÉXICO

IMPRENTA DE FRANCISCO DIAZ DE LEON

Calle de Lerdo Numero 3.

1882

EL Valle de México esta situado en el centro de la cordillera de Anáhuac, rodeado de montañas de formacion volcánica. Su parte más baja está á la altura de 2,277 metros sobre el nivel del mar. La forma del Valle es elíptica y tiene 18 leguas y media de ancho. Su extension es, segun *Humboldt*, de 244 leguas y media cuadradas; pero contando con todas las vertientes, su superficie total pasa, segun los cálculos del Sr. *F. de Garay*, de 400 leguas cuadradas.

La llanura del Valle representa una cuenca, cuya parte más baja corresponde al fondo del lago de Texcoco; en la parte Sur y Suroeste se eleva en lomas extensas, y toda está cerrada por una cadena de montañas gigantescas, que forman una cresta de cerca de 63 leguas de circunferencia. Entre las montañas que rodean así el Valle, se encuentra un número considerable de volcanes, de los cuales el Ixtacihuatl y el Popocatepetl son los más considerables. Este último tiene 5,400 metros de altura y está situado á 50 kilómetros al Sureste de la ciudad. Su cima está cubierta eternamente de nieve, cuyo límite inferior se halla á 4,500 metros de altitud.

Las montañas del Valle se componen, en su mayor parte, de pórfido desquebrajado, de amigdaloide poroso y de basalto. El terreno es en lo general detrítico y de aluvion moderno; en la ciudad, hasta 36 metros de profundidad, no se encuentra sino un lodazal desecado en su superficie y que reposa sobre capas de tepetate, arcilla fina ó arenosa, tierra vegetal, lodo, arena sola ó

con matatenas y piedras pómez, alternando de diversos modos. El nivel del agua ambiente en la ciudad se encuentra en lo general de 80 centímetros á 1 metro 20 centímetros de profundidad. En muy pocos lugares está á medio metro y en algunos no se encuentra sino á más de 1 metro y medio.

Todo el suelo del Valle es, con excepcion de algunos lugares cultivados, completamente desnudo y árido á causa del desmonte. El aire es, por varias causas, sumamente seco. La humedad, una parte se infiltra en el suelo descubierto y la roca esponjosa, y la otra se evapora rápidamente en un aire enrarecido por la altura, y el suelo, bajo la influencia directa del sol, se calienta de un modo extraordinario. La proximidad de nieves eternas, cuya distancia vertical es de 2,223 metros, causa un enfriamiento del aire en contacto con estas regiones; los vapores de agua se condensan en nubes que cubren comunmente la cima de las montañas y producen así la sequedad de la atmósfera. La evaporacion de la superficie de los lagos no tiene gran influencia sobre el grado de humedad del aire, y particularmente en la ciudad, que no se encuentra bajo el soplo de los vientos dominantes del N. O. Además, la corriente del aire cálido que se levanta de las llanuras, se pone todavía más ardiente por la reverberacion de los rayos solares en las montañas deslavadas, é impidiendo que las nubes se disuelvan en lluvia, contribuye tambien á la sequedad del aire ambiente.

Las lluvias tropicales sólo duran 4 meses: Junio, Julio, Agosto y Setiembre, y son muy raras en las tres cuartas partes restantes del año. La altura udométrica média máxima anual estaba, en el año 1880, segun los datos recogidos en el Observatorio Meteorológico Central de México, de 0.385.

Durante la estacion de lluvias, el grado de humedad es relativamente elevado, sobre todo en las tardes y por las noches. El higrómetro de Sausure marca entónces 67 á 75. En los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre señala 62 á 68, y los otros meses son muy secos, no marcando el higrómetro más de 43 á 51, y en Abril y Mayo desciende aún hasta 33.

La temperatura média es de 16° c. En todas las estaciones es de una uniformidad notable: en estío su promedio no es más de 19°, en invierno de 13°; pero durante el dia y la noche, la tem-

peratura de México presenta oscilaciones desconocidas en otros países. Al sol, la temperatura se eleva muchas veces á 48° y 49°, y su mínimum es de 32° 8 c. La diferencia de temperatura entre el sol de las calles y la sombra de los domicilios, pasa á veces de 30° á 40°. A consecuencia de la evaporacion rápida resultante de la rarefaccion y sequedad de la atmósfera, el abatimiento de la temperatura es brusco. Las mañanas son siempre muy frescas. En las noches, que de ordinario son claras y despejadas de nubes, la irradiacion del calor hácia los espacios planetarios es muy rápida y ocasiona un enfriamiento considerable que llega aun á producir el hielo.

La ciudad de México está construida en el lugar más bajo que la mayor parte de los alrededores, sobre un terreno poroso y pantanoso, que puede considerarse como continuacion del lecho del lago de Texcoco.

Este lago dista de la ciudad sólo cuatro kilómetros al Este y al Noreste, y cubre una extension de 10. 395 leguas cuadradas; en el mes de Mayo de 1881, su profundidad máxima en la cruz del centro era de 45 centímetros, y la profundidad média no pasaba de 20 á 25 centímetros. Recibiendo continuamente las inmundicias de la ciudad y los atierres arrastrados por las corrientes, su fondo se eleva constantemente, y, segun las observaciones del Sr. *F. de Garay*, sube cuatro centímetros por año. Segun la opinion del mismo señor, el lago de Texcoco estaria desde mucho tiempo seco, si no se hubieran introducido en él, y siempre en mayores cantidades, las aguas de Chalco y Xochimilco. El piso de México es sólo un metro y 90 centímetros más alto que el nivel del lago de Texcoco; pero muchas veces, en tiempo de lluvias, el nivel de éste viene á ser muy superior al de ciertos lugares bajos del perímetro urbano, y las aguas invaden la ciudad.

Los lagos Xaltocan y San Cristóbal se hallan á cuatro leguas de distancia al N. de la capital; ocupan una superficie de 3. 71 leguas cuadradas y se encuentran 3 metros 49 centímetros y 3 metros 64 centímetros más altos que el nivel del lago de Texcoco. En los últimos años, casi en todas las estaciones, estos lagos se quedaban secos, ocupando sus fondos unos charcos de 10 á 15 centímetros de profundidad.

Al Sureste, á una distancia de 6 leguas, se hallan los lagos

de Chalco y Xochimilco, ocupando una superficie de 8.66 leguas cuadradas, y están 3 metros y un centímetro más elevados que el nivel medio del lago de Texcoco. Estos lagos tienen manantiales abundantes y reciben anualmente un caudal de muchos millones de metros cúbicos de agua, que les viene de los deshielos del Popocatepetl é Ixtacihuatl. En los últimos años, la superficie de estos lagos ha disminuido mucho, la vegetacion flotante que cubria una parte de ellos se ha unido en muchos lugares con el fondo, tanto por los azolves que lo elevan constantemente, como por la diminucion de las aguas, y se han convertido en ciénagas. La profundidad média de estos lagos es aproximadamente de 1 metro 60 centímetros.

Al Norte, á distancia de 8 leguas, se encuentra el lago de Zumpango, con 0. 98 de legua cuadrada de superficie, y está 6 metros 8 centímetros más elevado que el nivel medio del lago de Texcoco. Desde hace varios años este lago está seco, y tiene solamente en algunos lugares del fondo unos charcos de agua estancada. En el año 1877, mes de Setiembre, la Direccion del desagüe ha dirigido á este lago las aguas del rio de Cuautitlan, hasta que se agotaron, quedándose dicho lago y tambien Xaltocan y San Cristóbal casi totalmente secos.

Los lagos de Chalco y Xochimilco, que tienen alguna corriente, son de agua dulce: el de Texcoco, que no tiene ningun desagüe, es salobre.

El régimen actual de las corrientes de agua en el Valle, es el siguiente:

Las aguas del Norte y una parte de las del Oeste las recoge en su mayor parte el rio de Cuautitlan y las extrae, por el tajo de Nochistongo, fuera del Valle; una pequeña parte se derrama á los lagos Zumpango, Xaltocan y San Cristóbal, ó se dirige al lago de Texcoco por los rios de Tlalnepantla y del Consulado.

En la parte Sur, el Canal nacional trae á México las aguas de Xochimilco, recoge en su trayecto las de los rios de Churubusco, de la Piedad y algunos otros de menor importancia, y entra en la ciudad por el Puente del Molino, dividiéndose en dos canales, que recorren algunas calles y se reunen de nuevo cerca de la garita de San Lázaro, dirigiendo sus aguas por el canal del mismo nombre al lago de Texcoco. Las aguas de Xochimilco son dete-

nidas por bordes y el dique de Más-arriba, donde se ha practicado una abertura para hacer bajar las aguas al Canal nacional.

Todas las aguas de los alrededores de la ciudad y las inmundicias de todas las atarjeas, acuden á la zanja cuadrada que rodea la ciudad, y se derraman tambien por el canal de San Lázaro en el lago de Texcoco.

La capital de México, á pesar de su clima benigno, se puede considerar como una de las ciudades más insalubres. La mortalidad es enorme y la vida média sumamente corta.

Muchas son las causas que contribuyen á esta mala constitucion médica.

La cuenca del Valle, en cuyo fondo está situada la capital, cerrada por todas partes y sin salida, recibiendo todas sus aguas, todos los atierres y todos los derrames de la ciudad, mantiene en estancamiento grandes cantidades de líquidos sobre un terreno poroso, saturado de materias orgánicas en putrefaccion y que reposa sobre capas arcillosas que impiden las infiltraciones de agua en el interior del suelo. Todas estas condiciones son en extremo propicias para la fermentacion pútrida y el desarrollo consecutivo de los miasmas nocivos; el clima caliente y la rarefaccion del aire facilitan la evaporacion, y con ella el esparcimiento de estas emanaciones en el aire ambiente.

Por la falta de cultivo y la tala continua de los bosques, la ciudad está rodeada de un verdadero desierto. Las montañas se encuentran desnudas y deslavadas, y el llano en su mayor parte árido y estéril, lo que favorece de un lado las inundaciones, la invasion extraordinaria de atierres en el fondo del Valle y la formacion de terrenos pantanosos é insalubres, y por otro lado causa la diminucion de las lluvias, de las corrientes de agua, el empobrecimiento y aun la pérdida de los manantiales, y el aumento del calor, de la sequedad del aire y de los cambios bruscos de la temperatura, tan nocivos y funestos para la salud. Además, los pastos son malos, escasos, y faltan una gran parte del año, y el cultivo del ganado es imposible. Los animales destinados para la alimentacion de la poblacion son traidos de fuera del Valle, y llegan aquí extenuados, sin poder reponerse por falta de pastos y de buena agua, y bajando todos los dias, son matados lo más pronto posible, por temor de que se enfermen y mueran, y pro-

ducen así una carne de muy mala clase. Lo mismo las vacas, alimentadas en su mayor parte con yerbas acuáticas y pasto seco, dan en lo general una leche aguada y aun nociva. La mala calidad de estos alimentos principales contribuye indudablemente á la constitucion endeble de los habitantes, y á su gran mortalidad, sobre todo en los niños.

No ménos perjudicial á la salubridad es la falta de una buena canalizacion y limpia de la ciudad. Las atarjeas que reciben las aguas sucias y los excrementos de casi todas las casas, se encuentran en pésimo estado; su estructura es defectuosa, las dimensiones pequeñas, la profundidad é inclinacion variables, segun la época de su construccion; falta completa de ventilacion, y al mismo tiempo de una corriente continua de agua, lo que origina que su obstruccion sea permanente. Siendo mal construidas, el cieno inmundo que contienen se infiltra en el suelo poroso. Se han levantado muchas calles sin levantar los patios, y los albañales, en lugar de desaguar, reciben de los caños las aguas inmundas, que saturan y mantienen en estado pantanoso el subsuelo de las casas. Hay aún muchas calles que no tienen atarjeas, sino caños descubiertos.

Además, faltan las atarjeas recogedoras ó colectoras, y todas las inmundicias se escurren en la zanja cuadrada, el canal de la Viga y algunas otras zanjas menores, que todas, en su mayor parte, están azolvadas, y contienen en su estancamiento aguas putrefactas. La zanja cuadrada no tiene más que un solo desemboque para el canal de San Lázaro, y en tiempo de lluvias, las grandes cantidades de agua que rebosan sobre sus bordes penetran con violencia en las atarjeas, removiendo los azolves, y mezcladas con ellas hacen su irrupcion en los patios, las plazas y las calles más bajas. Por mucho tiempo se ven entónces, en diferentes lugares de la ciudad, unos charcos de agua nauseabunda que, evaporándose, vicia y corrompe la atmósfera.

El azolve del fondo del lago de Texcoco y casi de todos los rios, la falta de canales y del cultivo del suelo, impiden una distribucion adecuada de las aguas, y en tiempo de lluvias facilitan las inundaciones en todos los terrenos bajos del Valle. En tiempo de sequías se trasforman aquellos al principio en ciénagas y despues en terrenos pantanosos, y entónces los resíduos vegetales,

los peces y una infinidad de insectos que mueren, entran en descomposicion y producen miasmas mefíticos, que los vientos arrastran por todo el Valle. Así toda la superficie de los alrededores de la capital y en una gran extension del perímetro urbano está alternativamente sumergida y descubierta, y constituye terrenos pantanosos; todas las casas de la ciudad descansan sobre un suelo húmedo, saturado de materias orgánicas descompuestas, y toda ella está convertida en un gran foco de infeccion, adonde se verifica la fermentacion pútrida, engendrando las emanaciones más mortíferas.

Como consecuencia de este estado de cosas, viene la manifestacion continua de fiebres palúdicas de lo más rebeldes, de las epidemias del tifo, además de su estado endémico, y de las afecciones intestinales, cada dia más frecuentes; lo que junto con las pulmonías y tantas otras enfermedades, produce la mortalidad tan desastrosa de la capital.

Mayores todavía son los peligros que el porvenir reserva á México, si no se aplican todos nuestros esfuerzos á resolver bien y pronto las medidas adecuadas para el saneamiento. El fondo del lago de Texcoco sigue azolvándose con los atierres que en tiempo de lluvias lo invaden, y sube, como lo hemos indicado, al año 4 centímetros ó sea 1 metro en 25 años; y subiendo así, dentro de poco tiempo el desnivel entre el lago y la ciudad desapareceria completamente; las aguas inmundas refluirán sobre las calles, y para no verlas cubiertas de lodo, habria que levantarlas cada vez más hasta que la mitad de las casas y edificios queden enterrados. El régimen de las corrientes de agua se hará imposible, la mayor parte de los manantiales desaparecerá, la falta de agua potable será siempre mayor, y la superficie de los pantanos tendrá que extenderse más y más.

El estado climatológico anómalo no podrá ménos que agravarse; la sequedad del aire y la evaporacion aumentarán; las fiebres y epidemias se harán más frecuentes y mortíferas, y la poblacion tendrá que sucumbir á estas influencias tremendas ó abandonar el país inhabitable, y ántes de que trascurra un siglo, de la capital de esta gran República, de la ciudad de los palacios, no quedarán sino ruinas en medio de un desierto.

No es posible poner en duda hoy la influencia saludable que

pueden ejercer sobre la climatología y la salubridad pública las buenas medidas higiénicas.

En donde quiera, y sobre todo en los países calientes, se ha observado una relacion de lo más intima entre el estado del suelo y la atmósfera. Varios países muy sanos se han convertido en estériles é inhabitables por el abandono de trabajos agrícolas y falta de medidas higiénicas; y al contrario, muchísimas comarcas incultas é insalubres se han trasformado en fértiles y sanas, por la cultura adecuada del suelo y la aplicacion de los numerosos medios sanitarios.

El desarrollo de una vegetacion vigorosa se ha demostrado como necesario é indispensable para la vida del hombre, y su destruccion le ha sido siempre nociva y funesta. El cultivo apropiado de los vegetales ha cambiado en todas partes el clima ardiente y seco en benigno y soportable, ha desecado los pantanos, hecho desaparecer los torrentes devastadores, y su influencia benéfica é inapreciable se ha manifestado siempre por la diminucion de la mortalidad y el aumento de la poblacion.

No ménos importante es el buen desagüe de los centros de poblacion y la distribucion adecuada de las aguas. Gracias á estas medidas, ciudades ántes insalubres, infestadas por las fiebres y epidemias, fueron saneadas completamente.

Pero debemos tener bien presente, que el desagüe y el saneamiento de la ciudad y del Valle de México es un problema muy difícil y de lo más complicado. Para que sea conforme á las exigencias científicas de la época y á las necesidades de la poblacion, y ventajoso para los intereses de la Compañía que lo emprenda, debe estar basado sobre el estudio comparado de los medios sanitarios aplicados en otros países, adaptados á las circunstancias topográficas y climatéricas del Valle, y además sobre un estudio perfecto de la mejor explotacion agrícola é industrial de los terrenos desecados y de las aguas conservadas; así, el plan que haya de adoptarse debe llenar condiciones múltiples y satisfacer al mismo tiempo todas las exigencias absolutas é irrecusables de la Climatología, de la Higiene y de la Agricultura.

Los conocimientos técnicos del ingeniero no son suficientes para su resolucion; ellos deben forzosamente sujetarse á los pre-

ceptos del higienista, y ser secundados convenientemente por la ciencia práctica del agricultor.

Para facilitar el estudio del desagüe y del saneamiento del Valle, tratarémos separadamente de la vegetacion, de la canalizacion y de la limpia de la ciudad y distribucion de las aguas.

1.—LA VEGETACION.

En todos los países se ha reconocido y señalado la influencia desastrosa del desmonte sobre la climatología, la higiene y la agricultura. Tambien en México se han levantado voces de alarma, clamando en contra de ese proceder descabellado y devastador, y hace poco el Sr. Secretario de Fomento dirigió á los gobernadores de los Estados una circular notable, en que resume todos los funestos males que trae consigo la destruccion desatentada de los bosques. Y sin embargo, cuando se ve la lentitud deplorable con que se procede, y lo poco que se hace para remediar este desastre, uno llega á creer que las opiniones no están todavía muy fijas y generalizadas, y que no se da todavía la importancia debida al desarrollo de la vegetacion, este modificador poderoso, en provecho de nuestra decaida salubridad.

Las grandes plantaciones de árboles hechas en diferentes países, y su influencia maravillosa sobre el clima y la constitucion médica, siempre igual é incontestable, y la conviccion que tenemos de que el cultivo de los vegetales debe servir como principal base al saneamiento del Valle, nos obligan á ocuparnos detenidamente de esta gran cuestion, reuniendo todos los datos á nuestro alcance, que puedan dar luz y servir de guía, no solamente para llegar á una apreciacion justa y verdadera de su magnitud, sino al mismo tiempo para facilitar y animar su realizacion práctica.

La influencia benéfica de la vegetacion es muy complexa y se puede analizar segun los diferentes modos de accion, que es al mismo tiempo mecánica, físico-química y fisiológica.

La accion mecánica consiste en la barrera que opone el vegetal al movimiento atmosférico, y las propiedades de las raíces de dar fijeza al terreno aglomerando y manteniendo las tierras; de im-

pedir su deslave y la formacion de barrancas, y de facilitar la infiltracion de las aguas en el subsuelo.

La accion física se manifiesta por el aumento de la higroscopiedad de la tierra, producida por la accion de las raíces, análoga á un *drainage*, por las propiedades del detritus vegetal, de absorber el agua, y de las hojas y copas de impedir su evaporacion.

La accion química consiste principalmente en la absorcion del ácido carbónico por las hojas, y su descomposicion en carbono que se fija en el tejido vegetal, cediendo al aire ambiente volúmenes proporcionados de oxígeno.

La accion fisiológica dirige el crecimiento, la formacion del tejido vegetal y la respiracion de las hojas, que esparcen en la atmósfera la humedad recogida del suelo por las raíces.

La accion mecánica y física de los bosques, tiene una influencia muy favorable en la regularizacion de las corrientes de agua, principalmente en las vertientes fáciles de excavar. El agua detenida en todas partes en su caida, por el aumento de permeabilidad y consecutivamente la fácil infiltracion en las capas inferiores del suelo, se precipita en menor cantidad y con ménos violencia y rapidez; las cimas de los árboles sirven de abrigo á los terrenos, disminuyendo y atenuando la tempestuosidad y violencia de los turbiones; la tierra es fijada por las raíces, todas las sustancias arrastradas con la corriente son detenidas por las selvas, y de ese modo se previenen los atierres y las inundaciones. *Surell*,[1] en su hermoso trabajo sobre los torrentes, ha probado que este desastre es provocado por el desmonte. En donde quiera que se han destruido las selvas, se han formado torrentes turbulentos é inundaciones, y al contrario, tan luego como se les ha establecido de nuevo han desaparecido aquellos graves peligros. Las espantosas inundaciones del Valle del Ródano en 1840, del Valle del Loira en 1856 y 1857, y los recientes desastres de Szegedin en Hungría, y de la provincia española en Murcia, así como el de Monterey en esta República, no reconocen otra causa que la tala inconsiderada de los bosques.

Además, por el obstáculo que las copas oponen á los vientos,

1 Etude sur les torrents des Hautes-Alpes, por *Alexandre Surell*, 2me. édition.

disminuyendo la evaporacion y facilitando las raíces las infiltraciones, los bosques ayudan al régimen conveniente de las aguas subterráneas; influyen benéficamente en el producto y la creacion de fuentes y manantiales perennes, y al mismo tiempo en el surtimiento de las corrientes de agua.[1] En donde quiera que se han hecho grandes plantaciones como en Australia, Egipto, Argel y varios países europeos, se han llegado á crear manantiales aun en mesetas desnudas; y al contrario, muchos ojos de agua muy abundantes han desaparecido completamente desde el desmonte. *De Colomb*, en su exploracion del Sahara, ha hecho varias observaciones que comprueban este hecho,[2] y *Cantégril* cita muchos casos análogos verificados en Francia.[3]

Los bosques ejercen una influencia muy benéfica sobre la temperatura ambiente. Los vapores que continuamente se levantan de las selvas y las cubren, y el follaje, forman un abrigo que, interceptando los rayos solares, impide el calentamiento del suelo, y unido á la accion química que se verifica continuamente en el vegetal, produce una diminucion del calórico y refresca la atmósfera. Segun los experimentos que se han hecho últimamente en Europa, el árbol mantiene casi en todas las estaciones una temperatura uniforme y constante de 12.4 c. Ya teóricamente, el solo hecho de que quemando la madera producimos calor, indica con arreglo á la ley de la trasformacion de las fuerzas segun equivalentes fijos, que para la formacion de la madera el árbol absorbe el calórico, y todas las observaciones confirman esa induccion teórica. Por otra parte, los bosques se oponen á la irradiacion del calórico hácia los espacios celestes en la noche, y á una evaporacion rápida, é impiden un abatimiento brusco y fuerte de la temperatura, preservando estas regiones por la misma causa de las granizadas y heladas tardías tan desastrosas para el cultivo. De todas estas circunstancias resulta que los lugares cubiertos de selvas tienen siempre una temperatura más benigna

1 *J Maistre*, De l'influence des forêts sur le climat et le régime des sources, 1874. *Belgrand. La Seine*, étude hydrologique sur le régime de la pluie, des sources et des eaux courantes. Paris 1872.

2 *De Colomb.* Exploration des Ksours et du Sahara, 1858.

3 *Rapport de la Comission météorologique du departement de l'Oise*, pour l'année 1873-74.

y uniforme, y sin las oscilaciones violentas en la temperatura, tan frecuentes y perjudiciales en las regiones desnudas.[1] Segun *Mathieu* y *Bousignolt*, la temperatura média de los bosques está siempre 2 grados más baja que en los campos.[2] Los experimentos de *Rivoli*, hechos en las selvas del Gran Ducado de Posen (Polonia), han demostrado tambien que los bosques suavizan la temperatura de los vientos frios y refrescan la de los vientos calientes. Por otro lado, *Trottier* cita que, en el departamento d'Ardèche (Francia), aparecieron despues de la tala completa de arbolados, unas heladas funestas, ántes desconocidas en este país.[3]

Los bosques, á causa de la temperatura más baja que mantienen, de la condensacion de los vapores que continuamente de ellos se levantan y del obstáculo que oponen al movimiento atmosférico, favorecen la formacion de las nubes y producen lluvias frecuentes. Rompiendo mecánicamente la corriente del aire, las selvas la obligan á elevarse, ponerse en contacto con los vapores acuosos que constantemente las cubren, y condensándolas determinan las lluvias.

En México podemos ver frecuentemente sobre las cimas de las montañas, nubes grandes y amenazadoras que se forman y desaparecen sin producir aguas. Estas nubes se encuentran á menudo en su punto de saturacion, y si un aire fresco hubiera cambiado la direccion primitiva de aquellas y las hubiese comprimido contra las capas atmosféricas superiores, se habrian sin duda disuelto en lluvia. Pero en lugar de esto, el suelo del llano, árido y raso, se calienta rápidamente, lo mismo que las vertientes de montañas desnudas y deslavadas, reflectando un aire caliente que sube, se dilata y absorbe rápidamente la humedad de estas nubes haciéndolas desaparecer. Si una gran parte del Valle estuviera cubierta de bosques, el aire no se calentaria tanto, y el vapor de agua tenido en suspension por la atmósfera se condensaria frecuentemente y caeria en forma de lluvia.

Segun las observaciones de *Mathieu* y *Cantégril*, la cantidad de las aguas llovedizas es en los bosques de 6 por 100 superior

1 Des climats et de l'influence qu'exercen les sols boisés et non boisés, par *M. Beckerel*, 1853.

2 Rapports annuels de météorologie foréstière, par *M. Mathieu*.

3 *Trottier*, Boisement dans le désert et colonisation.

á la que se observa en regiones desnudas, adonde las prolongadas sequías alternan con una temporada relativamente corta de lluvias torrenciales. La evaporacion es en las selvas cinco veces ménos considerable que en los campos. *J. Maistre* ha reconocido además, que miéntras en las regiones desnudas los grandes aguaceros caen en el verano, en las grandes regiones cubiertas de bosques caen en el otoño é invierno, y siempre con ménos fuerza é intensidad. En Egipto, adonde se ha hecho el plantío de veinte millones de árboles, el número de dias de lluvia, que antiguamente no excedia por año de cuatro á cinco, ascendió á cuarenta y cinco ó cuarenta y seis dias, y las aguas aparecieron aun en algunos desiertos adonde ántes fueron desconocidas.

No ménos importancia tiene el desarrollo de la vegetacion para la higiene. Ya todas las modificaciones climatológicas, como la uniformidad de temperatura, la humedad constante y moderada del aire, la regularidad de las lluvias, son muy favorables para una buena constitucion médica; pero además, por su accion fisiológica los vegetales pueden ser considerados como agentes importantísimos para la purificacion del suelo y de la atmósfera.[1]

Las raíces de las plantas sanifican el suelo, oxidando las materias orgánicas en putrefaccion, facilitando la infiltracion del agua en las capas profundas del suelo, y manteniendo su circulacion continua; y las hojas, fijando por su traspiracion el carbono,[2] absorben gases deletéreos, y además disminuyen la intensidad de la luz y esparcen en el aire el vapor de agua necesario para regularizar las temperaturas, y grandes cantidades de oxígeno indispensables para la purificacion permanente de la atmósfera.

Esta doble influencia de las raíces y de las hojas es tan poderosa, que puede modificar ventajosamente el clima. Segun observaciones hechas en diferentes países, muchas comarcas pantanosas, desoladas por las fiebres, se han convertido en pocos años, por el plantío de los bosques, en mansiones sanas; y al contrario, el desmonte ha causado la aparicion de pantanos en países ántes

1 Climats et endemies, esquisses de climatologie comparée, par M. le Dr. *A. Pauly*. Paris, 1874.

2 Segun *Heyer*, catedrático de agricultura en la escuela de Gierssen, la hectara de bosques fija anualmente, por término medio, 3,014 kilógs. de carbon.

muy salubres. El Sr. *Gilberto Torres* citó, en el Congreso Médico, una observacion análoga hecha en México. En Huatulco, puerto del Pacífico, los empleados hicieron una gran tala de árboles, para situar la aduana, y á muy poco tiempo perecieron de fiebres todos, ménos uno que abandonó este lugar. Algun tiempo despues, cuando la vegetacion habia repuesto todos los árboles cortados, se fijó por allá una compañía americana, y ninguno de sus miembros sufrió la más ligera enfermedad, gozando todos de una salud perfecta.

En donde quiera que se han podido efectuar grandes plantaciones, han resultado los más felices efectos para la salubridad, y todas las observaciones están unánimes en que los lugares próximos á los bosques tienen un aire muy puro y rico en oxígeno, y que sus habitantes disfrutan de mejor salud y de una vida más larga, que en comarcas desnudas.

Los árboles que con más ventaja se pueden utilizar para el saneamiento de terrenos pantanosos, son el pino y el eucaliptus. Principalmente el último es inapreciable para ese objeto y ha llegado ya á una muy merecida celebridad. Tenemos, pues, que ocuparnos de este árbol notable con una atencion particular, tanto más cuanto que por su accion fisiológica especial y la intervencion prodigiosa en la salubridad, está llamado á desempeñar un papel importantísimo en el saneamiento de nuestro Valle.

El eucaliptus[1] pertenece á la familia de los Myrtos y tiene una multitud de especies diferentes, que actualmente llegan ya al número de 150. Prospera en los climas suaves que le permiten vegetar sin interrupcion en todas las estaciones, resiste muy bien á la sequedad, y aprovecha admirablemente las lluvias. Los terrenos que más favorecen su crecimiento son las tierras bajas, pantanosas y calientes; pero segun las indicaciones de *Trottier*, *Muller* y *Certeux*, hay especies que crecen muy bien en terrenos secos y poco fértiles, y otros que se acomodan á todo terreno.

Las propiedades extraordinarias que tiene el eucaliptus para

1 *A. Certeux.* Guide du planteur d'eucalyptus. Paris, 1877.

L'Eucalyptus globulus au point du vue botanique, économique et médical, par M. *J. E. Planchon*, dans la Revue de Deux-Mondes, 1875. Janvier.

Ravert-Wattel. L'Eucalyptus, son introduction, sa culture, ses propriétés, usages. 2me. édition.

desecar los terrenos húmedos, las debe, principalmente, á sus raíces largas y fuertes que absorben en un grado superior el agua y perforan profundamente el suelo, facilitando las infiltraciones, y á la calidad prodigiosa é incomparable de las hojas de esparcir en la atmósfera cantidades enormes de vapores acuosos. Numerosos experimentos hechos por sabios ilustres han demostrado de un modo decisivo estas calidades notables. Segun el Dr. *Bertherand*, este árbol absorbe diariamente una cantidad de agua que corresponde á una décima parte de su peso. *Trottier* ha observado que poniendo un ramo de eucaliptus en un vaso lleno de agua, y cubierto con una tapita perforada, el vaso se queda completamente vacío en 5 dias, y que en verano, el mismo ramo puede en 24 horas absorber y esparcir en el aire ambiente una cantidad doble de su peso. Segun otras observaciones, este hecho se verifica en dias muy calientes, aun en 12 horas. Además de la humedad, las hojas esparcen en el aire grandes cantidades de oxígeno y efluvios balsámicos, que tienen por base la esencia de trementina en una composicion volátil, particular, que los hace muy vivificantes y saludables. Segun *Gubler* y *Fremy*, estos efluvios tienen, por sus calidades antisépticas, una influencia directa en la destruccion de los miasmas palúdicos.

Estas propiedades especiales del eucaliptus vienen á ser todavía más apreciables, por la continuidad no interrumpida de vegetacion y la rapidez de su desarrollo. Principalmente en los primeros años su crecimiento es extraordinario, y segun todos los autores, puede valuarse por término medio en cerca de un metro por mes. Segun *Cosson*, un eucaliptus de 7 años, plantado en condiciones favorables, puede llegar á 20 metros de altura y tener más de un metro de diámetro. Un eucaliptus centenario tiene 60 á 70 metros de altura, y mide 9 á 10 metros de diámetro.

En muchísimos lugares se ha observado que el eucaliptus hace desaparecer rápidamente el agua en los manantiales cercanos á las plantaciones, y puede por esta calidad constituir un desagüe inmediato de comarcas bajas y húmedas, particularmente de terrenos de barro que mantienen en su superficie charcos de agua muerta. Segun los estudios hechos sobre esta materia últimamente por *Beckerel*, *Mathieu*, *Planchon* y *Fautrat*, es ya un hecho comprobado que este árbol tiene además el prodigioso poder de

desecar en poco tiempo los pantanos, destruyendo al mismo tiempo los miasmas palúdicos. Así, en el Cabo de Buena Esperanza los plantíos de eucaliptus han hecho desaparecer los pantanos en el espacio de tres años, y han sanificado completamente el país; lo mismo se ha observado en la isla de la Reunion, en Córcega, en los alrededores de Cádiz, de Sevilla, Valencia, Barcelona y muchos otros lugares. De igual modo los bosques de pino cultivados en Francia han desecado todos los pantanos en el bosque de Saint-Amand, (Nord), y aun en las dunas de Gascuña han hecho desaparecer el agua estancada en el fondo de los valles.

Segun las observaciones de médicos respetables, en todas partes adonde crece ó se ha propagado el eucaliptus, el clima es muy sano. Así la salubridad de Australia no reconoce otra causa, y todos los viajeros están unánimes en atribuirla á los efluvios vivificantes de este árbol gigantesco. En todo el litoral del Mediterráneo, desde Niza hasta Tolon, en muchísimos lugares de España, de Portugal, de Italia, donde desde muchos años atrás está aclimatado el eucaliptus, el clima es hoy muy sano, habiendo sido anteriormente de lo más mortífero. En muchos lugares pantanosos ha sido suficiente rodear las casas de plantaciones de este árbol, para preservar á sus habitantes de las fiebres. Así en el Convento de las Tres Fuentes, en los alrededores de Roma, los trapenses pueden hoy, gracias al establecimiento de grandes plantaciones de eucaliptus, quedarse allí todo el año sin enfermarse, miéntras anteriormente se vieron obligados á abandonar en ciertas épocas del año su residencia, para evitar el peligro de las fiebres perniciosas, muy á menudo mortales.[1] En Andalucía, en ciertas estaciones de ferrocarriles, adonde la permanencia de algunas horas bastaba para que los empleados fuesen atacados de las fiebres, lo que obligaba á la administracion á cambiarlos cada ocho dias, la actividad prodigiosa de la myrtácea australiana ha neutralizado en pocos años la influencia desastrosa del impaludismo.

Tambien en Argel el eucaliptus se ha aclimatado perfectamente, y sus plantaciones hechas en grande escala han efectuado un cambio verdaderamente mágico del país. Las costas, áridas

1 *Bulletin mensuel de la Société d'Aclimatation.* 3me Série, 1874. V. 1.

y desnudas, se han cubierto con un hermoso follaje; los valles desiertos, infestados con aguas pestilentes, se han trasformado en bosques risueños y praderas encantadoras, con pasto abundante y de buena calidad, y los moscos, tan molestos para los habitantes y dañosos al ganado, se han desterrado completamente; en todas partes el eucaliptus ha sanificado las comarcas pantanosas, ha preparado la desecacion de los lagos, ha dado valor á los terrenos y facilitado la vida al colono.

El lago de Fezzara, en la provincia de Constantina, cuyas orillas cenagosas fueron el espanto de los viajeros, despues de haber sido rodeado de una cortina de cerca de 200,000 eucaliptus, ya dejó de ejercer su triste influencia. Las minas de fierro de Mokta el Hadid, situadas en la proximidad de este lago, que ántes permanecian inexplotadas una parte del año, por las calenturas perniciosas que herian de muerte á los obreros, hoy pueden ser trabajadas todo el año.[1]

En la aldea de la Maison Carrée, adonde desde su instalacion en 1847, la insalubridad ha sido tal que cada nacimiento era seguido de una defuncion, y un solo niño pudo criarse 19 años há, hoy el estado sanitario se ha mejorado notablemente y la mortalidad ha bajado más de la mitad. Del mismo modo en el Convento y Orfanatorio agrícola de la Maison Carrée, y en la Penitenciaría del Arrach, rodeadas de árboles de eucaliptus, las fiebres han desaparecido completamente y las intermitentes son muy raras.[2]

La Sociedad de Climatología de Argel, para poder apreciar con precision la influencia sobre la salubridad de las grandes plantaciones de eucaliptus hechas en este país, ha emprendido un largo estudio pidiendo informes á todos los propietarios y médicos de las localidades cercanas á las arboledas, y reuniendo todos los datos que se relacionan con este asunto, el resultado ha demostrado que el eucaliptus tiene un poder higiénico incontestable; que en donde quiera que fué cultivado, las fiebres han desaparecido completamente, ó á lo ménos han disminuido en frecuencia y gravedad, y que los terrenos pantanosos é incultos se

1 *Bulletin de la Société d'Agriculture d'Alger.* Nº 62, p. 254.
2 *Bulletin de la Société d'Aclimatation.* 1875.

han saneado y trasformado, con gran beneficio de los intereses particulares y de toda la poblacion.

Hoy Argel tiene ya quince millones de eucaliptus, y todos los dias se establecen nuevas plantaciones. Segun *Certeux*, se necesita llegar á 50 millones de árboles para sanear completamente esta hermosa colonia francesa.

El plantío de los bosques tiene además una gran importancia por su valor industrial, y el provecho sin número que de él saca el hombre en la agricultura y en la vida privada. Aquí de nuevo ocupa el primer lugar el eucaliptus. Comparándolo con el encino, un eucaliptus de 5 años produce, segun *Pasquier de Chateau-Gontier*, tanta madera como un encino de 40 años; y de 15 años tanta madera como un encino secular. El mismo autor compara el producto de este árbol como utilidad, con el de los cereales, del modo siguiente: una hectara sembrada de trigo, puede dar un beneficio anual neto de 300 fr., ó por 26 años 7,800 fr.; el árbol de eucaliptus, en el mismo tiempo, puede producir 7 veces más, es decir, 53,254 fr. Segun *Certeux*, la evaluacion del producto de una hectara de eucaliptus de 5 años, utilizada para postes telegráficos, representa una utilidad anual de 2,800 fr.

Su madera es muy compacta y debe á la presencia de materias resinosas una incorruptibilidad que le permite resistir á la influencia del agua y de la humedad del suelo, y por esto ser utilizada con mucha ventaja para toda clase de construcciones.

No ménos digno de atencion es el plantío de arbolados para la economía agrícola; ellos abrigan los campos cultivados contra los vientos desecantes, al ganado contra los rayos del sol, y las hojas caidas forman el mejor abono para la tierra é impregnan las aguas que se derraman de las vertientes, con sales solubles que favorecen tanto á los pastos y campos cultivados. Agregando á todas estas ventajas la produccion ya mencionada de madera, no solamente para los diversos usos de la industria y de la vida privada, sino aun para la venta, y tomando en consideracion que su precio aumenta en todos los países con una rapidez siempre creciente,[1] la cultura de los bosques constituye, en un porvenir

1 En Francia, segun *Certeux*, el encino que valia, en 1814, 32 fr. el metro cúbico, se vendia en 60 fr. en 1860, y ahora llega á 105 fr. En Alemania, el valor se ha aumentado cuatro veces desde 1830. En los Estados-Unidos se ha más que duplicado de 1861 á 1867. La situacion es análoga en otros países.

cercano, una fuente preciosa de riqueza, y contribuye de un modo inapreciable á la prosperidad y al aumento de la poblacion. El Dr. *Bertherand* ha reasumido elocuentemente el interes que va unido á las plantaciones, diciendo con justicia: *plantar es sanear, poblar y colonizar.*

El establecimiento de los bosques en el Valle de México, con su llano árido y las vertientes desnudas, es no solamente de necesidad, sino casi una condicion de existencia; su intervencion seria poderosa para la reconstitucion del estado climatológico anómalo y para el desarrollo de la salud y del bienestar de los habitantes. Pero no es suficiente plantar unos miles de árboles y esparcirlos en diferentes lugares del Valle; para sanear los terrenos pantanosos é insalubres, moderar la sequedad y calor del clima, evitar las temperaturas extremas y las heladas tardías, regularizar el régimen de las lluvias y suministrar la madera suficiente para una poblacion menesterosa, se necesita que la extension de las selvas sea proporcionada á la superficie del país.

Si en la Europa central, segun la opinion de hombres competentes, una quinta ó sexta parte del suelo debe estar cubierta por arboledas, para favorecer la salud, la vida larga y el máximum de poblacion, es evidente que en un país tan seco y caliente como México, se debe trasformar lo ménos una cuarta parte de su superficie en bosques. Calculando solamente 60 leguas cuadradas ó sea 105,300 hectaras, que debian ser convertidas en selvas, y pudiendo plantar por término médio 500 árboles en una hectara, resultará que las plantaciones adecuadas á la extension del Valle representarian 52.650,000 árboles.

Para favorecer lo más posible los intereses de la higiene y de la agricultura, se deberian convertir en bosques todas las vertientes de montañas y todos los terrenos pantanosos é insalubres. Los árboles más á propósito para el plantío en las vertientes son, junto con algunas especies de eucaliptus, como Alpina, Stuartiana, Gigantea y Gumini, el cedro, el ciprés, el troeno, el álamo y el fresno, y para los terrenos pantanosos el eucaliptus glóbulus y el pino.

La repoblacion de las montañas es de la mayor importancia para retener la mayor cantidad posible de agua en las vertientes, aumentar y regularizar el producto de los manantiales y cor-

rientes de agua, é impedir en los terrenos bajos los atierres y las inundaciones, y por estas razones *debia preceder á las obras hidráulicas.*

Las grandes plantaciones hechas últimamente en Francia, para el revestimiento de las montañas, se han demostrado realizables y han dado el mejor resultado. *Demontzey* expone en una memoria voluminosa, la teoría completa de los procedimientos para ejecutar las obras y vencer todas las dificultades que se presentan en su realizacion.[1]

Para dar la prueba más elocuente del cambio feliz que resulta de la repoblacion de las montañas, citamos aquí un pasaje del informe que el Sr. *Gentil*, ingeniero en jefe, rindió al Ministro de obras públicas de la República francesa.[2]

«El aspecto de la montaña, dice, ha cambiado del todo; el suelo ha adquirido una estabilidad tal, que las violentas tempestades de 1868, que tantos desastres causaron en los Altos-Alpes, han sido inofensivas en los perímetros regenerados.

«En poco tiempo se ha hecho productora la montaña; allí, donde apénas podian vivir algunos carneros, destruyéndolo todo, se ven ahora abundantes yerbas susceptibles de ser cortadas. Este modo de dar valor es notable en el sentido de que en corto tiempo suministra recursos para el alimento de los rebaños.

«Por el solo hecho de la consolidacion del terreno y de la vegetacion han desaparecido los caracteres torrenciales de las montañas desnudas, tan bien descritos por Mr. *Surell.* Las aguas están ménos turbias en tiempo de lluvias y son mejores para el riego.»

Junto con el cultivo de bosques, seria muy ventajoso convertir la mayor parte de los terrenos estériles, á la proximidad de la ciudad, en praderas y tierras de labor, tanto por los beneficios agrícolas, como por la facilidad y conveniencia de aprovechar las aguas resultantes de la limpia de la ciudad.

Ya en los alrededores de muchas ciudades de Europa se hacen irrigaciones con estas aguas con el mejor resultado, absorbiendo

1 *Demontzey.* Etude sur les travaux de reboisement et de gazonnement des montagnes. 1878.

2 *J. Clavé.* Le reboisement des Alpes dans la *Revue des Deux Mondes.* Fevrier, 1881.

y purificándolas completamente, en proporcion de 45 á 50,000 metros cúbicos por hectara y por año. Ultimamente *Marié-Davy*, director del Observatorio Meteorológico de Montsouris (Paris), ha hecho experimentos notables sobre este asunto, y ha encontrado que las plantas de gran cultura, utilizando los principios fertilizadores de las aguas de los caños, toman un desarrollo considerable en los terrenos irrigados, y además tienen la cualidad de extraer del suelo y esparcirla en la atmósfera en forma de vapores, la mayor parte del agua empleada en el riego, y en proporcion de 40 á 45,000 metros cúbicos por hectara y por año.[1]

Los experimentos hechos por espacio de dos años, en 1879 y 1880, sobre 8 aras de tierra contenida en 8 recipientes, bien revestidos, puestos á la disposicion de *Marié-Davy* por la municipalidad de Paris, han demostrado que todas las plantas de gran cultura y aun los cereales, pueden prosperar en las tierras más áridas, regadas con el agua de los caños, y que el agua que se derrama de los recipientes, por un *drainage* particular de que están provistos, representa cantidades muy pequeñas, y es orgánicamente muy pura.

Sobre el suelo cultivado, el agua del riego que penetra en las capas ambientes es, en lo general, todavía más escasa que la que escurre de los recipientes en los experimentos mencionados, y muchas veces el desarrollo y la evaporacion de algunas plantas, como alfalfa y ciertas especies de coles, son tan poderosos, que hasta hacen bajar el nivel de las aguas subterráneas.

En México, tanto por la menor densidad del aire, como por la continuidad de vegetacion, la evaporacion de las plantas debe ser mucho más grande que en Europa; pero aun admitiendo que sea solamente igual, la exhalacion acuosa de los vegetales en los campos irrigados, ya no sólo sustituye sino aun sobrepuja la evaporacion y las infiltraciones en los lagos, que pueden valuarse en cerca de 27,000 m. c. por hectara y por año.

El establecimiento de bosques y campos cultivados, bien dirigido, aplicando en las vertientes los árboles á propósito para retener las mayores cantidades posibles de agua en el suelo, tratando de desecar los terrenos pantanosos por los eucaliptus, y

1 *Annuaire de l'Observatoire de Montsouris* pour l'année 1881.

aprovechando todas las aguas disponibles en irrigaciones, puede constituir un desagüe perfecto del Valle. Sin contar que este sistema es muchísimo más fácil y más barato que todas las medidas propuestas por los ingenieros, es además superior por las modificaciones climatológicas favorables, las grandes ventajas agrícolas y la influencia directa que tienen los efluvios vivificantes del eucaliptus en destruir los miasmas palúdicos. Así, rodeando los pantanos y los lagos de una cortina espesa del gigantesco eucaliptus, su desaparicion y saneamiento se verifica en poco tiempo, sin ningun peligro para la salubridad, lo que no es posible con los otros medios sanitarios.

Varias ocasiones se han concebido temores de que los terrenos impregnados por las sales no pueden ser aprovechados para el cultivo. Hemos estudiado detenidamente este punto, consultando varios autores de agricultura y hombres competentes, y hemos llegado á poder contestar satisfactoriamente á esta objecion. Es cierto que los terrenos compactos é impermeables, que han sido por mucho tiempo oprimidos por las aguas, y que encierran más de un centésimo de sales solubles, son completamente estériles si se les deja abandonados; pero tan luego como por un cultivo adecuado se consigue que el aire penetre en el suelo, y la proporcion de sales disminuya hasta un milésimo, ya pueden considerarse como ventajosos para la vegetacion. Las labores profundas que devuelven la permeabilidad al suelo, el encalamiento que absorbe en provecho de la cultura los elementos de insalubridad, y las irrigaciones bien dirigidas, que impiden la concentracion de las soluciones, pueden trasformar en poco tiempo los terrenos más estériles en buenos pastos y campos fértiles, susceptibles de una gran cultura. *L. Moll* cita como prueba la hermosa vegetacion que cubre en Argel la orilla de varias corrientes de agua salobre, é indica que aun el agua de los lagos puede servir para el riego en la primavera y el otoño, cuando está turbia y las sales están muy diluidas.[1]

Segun la opinion de varios arboricultores que se han ocupado ya prácticamente en cultivar el eucaliptus en el Valle de México, en el terreno más tequezquitoso se pueden establecer buenas ar-

1 *L. Moll*. Colonisation et Agriculture de l'Algérie. Paris, 1845. V. I. p. 139.

boledas, si dos ó tres meses ántes de plantar se abren cepas y zanjas y aun excavaciones aparte para cada árbol, de dimensiones convenientes. El sol, el aire, las lluvias, destruyen ó disminuyen tanto las sales, que ya no presentan ningun obstáculo á la vegetacion, y al contrario, pueden considerarse como uno de los elementos que la favorecen. Es preciso solamente asegurar á las plantaciones un riego seguido y el escurrimiento del excedente de agua, cuidando que no se formen charcos de aguas muertas, que permaneciendo sólo cuatro ó cinco dias ya podrian comprometer la vida de los árboles. Así á la orilla del lago de Texcoco, asegurando sus bordes con pequeños diques para evitar las inundaciones, se podia ya en pocos meses comenzar el plantío de los eucaliptus.

Para realizar convenientemente y en poco tiempo el establecimiento de los bosques, tan urgente bajo tantos puntos de vista para el Valle de México, no debemos contar con la buena voluntad y entendimiento de los propietarios, sino con la intervencion legítima de las leyes y autoridades. Nos parece lo más á propósito seguir en esta cuestion el ejemplo y los procedimientos ya sancionados en otras naciones. Así en Francia, una vez demostrada la necesidad del revestimiento de las montañas con arboledas, se procedió luego, en 1860, á la promulgacion de una ley que fija los procedimientos para su realizacion.

Sus principales disposiciones son las siguientes: los trabajos de plantaciones son facultativos y obligatorios; en el primer caso, el Estado subvenciona á las comunidades ó á los particulares, sea con cantidades de dinero, sea por la distribucion de semillas y de plantas; en el segundo caso, cuando el interes público lo exige, el Estado determina el perímetro de terrenos que deben ser cubiertos de bosques, por un decreto del Consejo del Estado, y lo comunica para su ejecucion á los propietarios, y en caso de que éstos se nieguen, ejecuta él mismo las obras. Cuando los terrenos pertenecen á particulares, el Estado puede adquirirlos por un convenio amistoso ó por la expropiacion.[1]

1 Varias personas nos han hecho observar que, segun la Constitucion de esta República, no se puede obligar á los propietarios á plantar árboles en sus terrenos: no podemos de ningun modo admitir esa objecion, porque desde el momento en que se reconoce el establecimiento de bosques como asunto de uti-

En la práctica se ha demostrrado que todos los trabajos confiados para su ejecucion á los propietarios, han dejado mucho que desear y cierto número de veces fueron impracticables, y que sólo la adquisicion de los terrenos comprendidos en el perímetro de plantaciones y el establecimiento de ellas por el Estado ó una compañía particular encargada por él, puede dar buenos resultados y vencer todas las dificultades.

Los trabajos dejados á la iniciativa y buen juicio de los particulares no pueden considerarse sino como medios de escasos resultados. Se puede con ellos obtener ventajas parciales, y trasformar algunos terrenos, pero no se podrá nunca obtener una obra sólida, uniforme y perfecta, que proporcione un saneamiento general y completo del país.

2.—LA CANALIZACION Y LIMPIA DE LA CIUDAD.

Velar por la limpieza del suelo, conservar el aire puro y tener en cantidades suficientes el agua tambien pura, son las tres condiciones indispensables para la higiene de una ciudad. Un buen sistema de canalizacion y de limpia debe, por consiguiente, ántes de todo, procurar que el suelo no venga á ser el filtro y receptáculo de las inmundicias, que el aire sea preservado de todas las emanaciones nocivas, y el agua destinada á usos domésticos, de todo contacto con las materias putrefactas. Para que esto sea posible se debe evitar con el mayor cuidado la formacion de todo foco de infeccion y alejar rápidamente los resíduos orgánicos que puedan constituirlo.

Numerosos estudios y observaciones han demostrado que los más peligrosos productos de la fermentacion pútrida de materias orgánicas, que particularmente favorecen la aparicion del tifo, se desarrollan cuando estas materias se encuentran concentradas

lidad pública, la misma Constitucion autoriza al Poder legislativo á que modifique oportunamente las leyes, segun las necesidades urgentes. Además, habria aún otro modo de lograr el objeto deseado: imponiendo contribuciones fuertes sobre los terrenos incultos, lo que obligaria á los propietarios á cultivar sus tierras ó á venderlas á bajo precio, y la Compañía del desagüe podria así adquirirlas en condiciones ventajosas, y realizar las plantaciones por su cuenta, segun el plan adoptado.

en infiltraciones en un suelo compacto y no aereado, ó aglomeradas en letrinas. Como es casi imposible cerrar estas últimas herméticamente, y evitar el escape de miasmas deletéreos en el interior de las casas, y como su limpia, sea de dia ó de noche, á pesar del perfeccionamiento que se ha conseguido, no deja de ser una causa de molestia é infeccion, la mayoría de los ingenieros é higienistas juzga necesario suprimir todas las fosas fijas, y considera que el solo modo eficaz para desembarazarse de los productos infectos es impedir que nazcan, haciendo escurrir rápidamente todas las materias susceptibles de putrefaccion en las atarjeas, y de aquí al campo de su purificacion, ántes que la fermentacion haya tenido tiempo de apoderarse de ellos.

Así, en el sistema de canalizacion modelo, puesto últimamente en práctica en diferentes ciudades de Europa, las aguas domésticas, las materias de los albañales, las aguas provenidas de infiltraciones del suelo, del riego de las calles ó de diferentes industrias, todas ellas tienen una salida amplia y rápida fuera de la ciudad. Los excrementos, arrastrados con el agua de los *water-closets*, despues de haber atravesado un sifon provisto de tapas hidráulicas, se dirigen por un ramal al caño, y ahogados en grandes cantidades de agua, sin estancamiento ninguno, llegan á los recipientes, adonde grandes máquinas de vapor los suben y esparcen para irrigaciones en los campos cultivados.

La limpia de las casas se ha simplificado mucho de esa suerte y se ha suprimido del todo vaciar las letrinas; pero las ventajas de tal sistema no es posible obtenerlas sino á costa de trabajos considerabilísimos, que proporcionan á las atarjeas una construccion irreprochable, y á la ciudad una cantidad de agua suficiente para su limpia.

Es preciso no perder de vista que el establecimiento de atarjeas es uno de los problemas más delicados y de mayor complicacion; pues deben llenar condiciones múltiples y adaptarse á todas las circunstancias peculiares de cada ciudad, y su construccion y mantenimiento exigen gastos considerables, perseverancia y esfuerzos continuos.

Creemos poder precisar mejor las condiciones esenciales que deben satisfacer las atarjeas, exponiendo rápidamente las disposiciones generales de los mejores sistemas de algunas ciudades

de Europa, y principalmente las de Paris y Lóndres.[1] Son de forma ovalada, impermeables, de sólido cal y canto, bien unido con mezcla y cubierto por una capa de argamasa bruñida. A fin de facilitar cuanto sea posible su limpieza, sus dimensiones son en los ramales á lo ménos 1 metro 75 centímetros de alto y 1 metro de ancho, y mucho mayor en las cañerías principales. Su inclinacion varia en Paris entre tres y cinco diezmilímetros, y en Lóndres de quince á diez y ocho milímetros por metro. Están colocadas bajo la superficie del terreno, á una profundidad tal, que el nivel de los sótanos de las casas es más elevado que la parte baja de su circunferencia. En la vecindad del rio están más arriba del nivel medio del agua, para evitar su reflujo hácia los derrames.

Los detritus y el agua de las calles entran directamente á las atarjeas por orificios con rejas que desembocan libremente en la superficie de las calles, á fin de limpiarlas con mayor economía y obstruir lo ménos posible el tránsito.

Casi todas las letrinas de Lóndres derraman las inmundicias directamente en las atarjeas; en Paris, una gran parte de las casas tienen aún fosas fijas, cerradas lo mejor posible, adonde se aglomeran los excrementos; la limpia se practica por medio de bombas, y las materias son llevadas en toneles fuera de la ciudad, á los establecimientos á propósito para ser desinfectadas y preparadas para los usos agrícolas é industriales. Sin embargo, la municipalidad de Paris ya se declaró en favor del nuevo sistema, y en la mayor parte de casas nuevamente construidas, todas las inmundicias se derraman en las atarjeas.

La limpia de los ramales la hacen hombres que penetran en el interior de los caños; miéntras que en las atarjeas principales se obtiene por medio del agua que corre continuamente de depósitos situados en diversos lugares, y arrastra las impurezas que los ramales llevan hácia las desembocaduras. Las cañerías principales de Paris reciben todas las aguas de los albañales y desembocan libremente en el Sena, léjos de la ciudad, en el Puen-

1 Dr. *Foussagrives*. Higiène et assainissement des villes. Paris. 1874.—*Ducuing*. Des eaux des égouts et des vidanges. Paris, 1875.—*Maxime Ducamp*. Paris et ses organes.—*Ch. Freycinet*. Assainissement industriel et municipal en France, 1866.

te de Asnières y en Saint-Ouen, y solamente una parte de estas aguas es dirigida por tubos y con máquinas de vapor para el riego de unos terrenos cultivados. Sin embargo, la infeccion de las aguas del Sena, tan perjudicial para las poblaciones vecinas, y el azolve de su lecho, que obliga al dragado continuo muy costoso, son las causas de que continuamente se aumente la cantidad de agua dirigida á los campos cultivados y de que los ingenieros se inclinen á utilizar todas las inmundicias para la agricultura.

En Lóndres, tres grandes cañerías principales en cada orilla del Támesis reunen las aguas de todos los ramales y las trasportan á la distancia de 30 kilómetros del puerto; en los puntos adonde falta la inclinacion, están instaladas unas potentes máquinas de vapor; con ayuda de las cuales se llevan las inmundicias léjos de todo centro de habitacion, y se las utiliza con gran provecho para irrigaciones de praderas y campos cultivados.

La ventilacion se consigue en Lóndres con la aplicacion de aparatos más ó ménos complicados: en el centro, donde el terreno es alto, se hace por orificios cerrados con rejas y colocados á distancia de 40 á 50 metros; adonde las emanaciones son más deletéreas, se les hace pasar por filtros de carbon vegetal; en los barrios bajos se han colocado tubos ventiladores que desembocan más arriba de las casas más altas, y en varios tubos destinados á hacer correr el agua pluvial de los techos de las casas. En Paris, la ventilacion está resuelta por la limpia y por bocas de albañales abiertas de distancia en distancia, y cubiertas con rejas. La comunicacion que se establece por estas bocas entre la atmósfera del albañal y la de la ciudad, no presenta ningun ínconveniente, á causa de la gran cantidad de agua empleada, que mantiene los albañales en un estado de perfecta limpieza.

El ingeniero *Vescovali* estableció últimamente en Roma un desagüe análogo, utilizando y modificando las antiguas atarjeas.

Ha dispuesto la canalizacion en dos pisos; debajo de la red de atarjeas antiguas colocó unos canales colectores en que mantiene una corriente continua de agua para arrastrar las inmundicias.

Solamente la basura es recogida y llevada todas las mañanas en carros fuera de la ciudad; un *drainage* lateral permite el desecamiento del suelo, recogiendo todas las infiltraciones en ca-

nales colocados arriba de los colectores, y en los cuales desembocan al mismo tiempo todos los albañales de las casas. Unos tubos provistos de tapas hidráulicas ponen las atarjeas superiores en comunicacion con los canales colectores.

Respecto del agua, la ciudad de Roma recibe la cantidad de 500 litros por cada habitante en 24 horas, y la municipalidad se propone, despues de la expropiacion de varios palacios, que reciben diariamente muchos miles de metros cúbicos de agua, sin provecho ninguno para la ciudad, hacer subir esa cantidad hasta 1000 litros por habitante, lo que le permitirá lavar abundantemente las calles en tiempo de sequía.

En la ciudad de Francfort, sobre el Main, el célebre ingeniero *Lindley* terminó, hace cinco años, el establecimiento de un nuevo sistema de atarjeas construidas á grandes profundidades, para desaguar el terreno y aprovechar las aguas subterráneas en mantener una corriente continua. Trescientos depósitos de agua están establecidos en diversas demarcaciones de la ciudad, cerrados por compuertas, que al abrirse precipitadamente, producen una corriente impetuosísima, que limpia las cañerías y se lleva las inmundicias hácia las desembocaduras que caen en el medio del rio, debajo del agua y un poco más abajo del nivel de la ciudad.

Los orificios de las atarjeas que salen á las calles están cerrados con válvulas, de suerte que ni la basura ni el polvo de las calles penetran en ellas. La ventilacion se efectúa por medio de tubos ventiladores, que sobrepasan los techos de las casas, por los canales de las aguas llovedizas y por torres ventiladoras.

Los datos estadísticos y observaciones concienzudas, han probado que entre los diferentes sistemas de canalizacion y limpia, el sistema inglés, con la proyeccion de «todo al caño» y la utilizacion de las inmundicias para el riego de los campos, es el más ventajoso para la salubridad pública. Entre las ciudades que lo han adoptado, podemos citar, aparte de las ya mencionadas: Bruselas, Amsterdam, Milan, Odessa, Berlin, Viena, Munich, Breslau, Dantzig, Strasbourg, Metz, Edimburg, Leicester, Glasgow y varias otras ciudades inglesas.

En todos estos centros de poblacion, el establecimiento del nuevo sistema ha disminuido la mortalidad general, y especial-

mente la que es debida á la fiebre tifoidea; y en todos ellos se ha demostrado la relacion evidente que existe entre la frecuencia é intensidad de esta enfermedad y las disposiciones defectuosas de los caños. Así, en Lóndres, segun la estadística de *Durand-Claye*, basada en documentos oficiales, el número de muertos por la fiebre tifoidea, que en 1869 era de 33 por 100,000 habitantes, ha bajado notablemente desde que todas las inmundicias escurren al caño, y en 1879 no representaba sino 23 por 100,000. En Paris al contrario, adonde las fosas fijas existen todavía, en la mayor parte de la ciudad, la mortalidad por la fiebre tifoidea se eleva á 56 por 100,000 habitantes, y en relacion la mortalidad general es de 25,15 por 1000, miéntras en Lóndres no representa sino 23 por 1000.

En la epidemia de fiebre tifoidea en Forest-Hill, en 1869, se ha observado tambien, que en los cuarteles adonde las inmundicias escurrian en el caño, el número de los casos de fiebre tifoidea era muy reducido, miéntras en aquellos adonde se han conservado las fosas fijas, ó adonde las letrinas comunicaban con caños mal construidos y sin corriente, la fiebre ha alcanzado su máximum.

Lo mismo en Hamburgo, en las demarcaciones adonde las fosas están suprimidas, la mortandad por fiebre tifoidea es de 26.8 por 100,000; en las demarcaciones adonde la trasformacion es parcial, representa 32, y en aquellas adonde las fosas han sido conservadas, 46 por 100,000. La mortalidad general ha bajado de 39 á 25,7 por 1000.

En Dantzig, segun el Dr. *Lewin*, la mortalidad general, que en 1869 era de 35.69 por 1000, despues del escurrimiento de «todo al caño,» ha bajado notablemente, representando en los años de 1872 hasta 1879, sólo 28.59 por 1000.

En Leicester, despues del establecimiento del nuevo sistema de canalizacion y limpia, la mortandad anual bajó de 1680 á 1360, lo que representa una diminucion de 19 por 100.

De igual modo en Bruselas, segun la estadística de *Jansens*, y en Francfort, sobre el Main, segun la de *Warentrapp*, la mortalidad ha disminuido á medida que aumentaban los *waterclosets* con el escurrimiento al caño.

El mismo hecho se observó en Berlin, adonde la canalizacion

está acabada y funciona en las $\frac{3}{5}$ partes de la ciudad, y adonde proporcionalmente ha bajado tambien la mortalidad general y la debida á la fiebre tifoidea.

Para aplicar ese sistema en México, en las circunstancias actuales de la ciudad, se necesita levantar los patios en relacion con el nivel de las calles, proporcionar á los comunes y los albañales de las casas una construccion irreprochable, y proveerlas de agua en abundancia para arrastrar las materias á la red de los caños: una parte de las atarjeas de las calles, que se encuentran en buen estado, se podia conservar, dándoles la inclinacion á propósito, y las otras deben abandonarse y reconstruirse convenientemente. Respecto de la inclinacion, dos diezmilímetros es el mínimun necesario á una buena canalizacion. Esta inclinacion se puede adquirir artificialmente por medio de un recipiente que se abra de dos á tres kilómetros al Oriente de la ciudad con su revestimiento impermeable y la capacidad necesaria para recibir las inmundicias y las aguas pluviales. Si á la red actual de atarjeas reconstruidas y perfeccionadas se agregan varios canales colectores de P. á O. con una inclinacion cuatro veces mayor que el mínimun indicado, y si estos colectores reciben una corriente continua de agua y desembocan libremente en el vaso recipiente, cuya capacidad se mantendrá libre por medio de bombas, la canalizacion podrá quedar perfecta.

Para desecar los numerosos terrenos pantanosos de la ciudad, se puede combinar ventajosamente con ese sistema el *drainage* permeable que recogerá las infiltraciones del suelo por medio de tubos porosos.

De agua se puede proveer á la ciudad, utilizando la de los lagos del Sur y además estableciendo por Mixcoac un gran recipiente que recogerá en tiempo de lluvias grandes cantidades de agua. Tanto los lagos como el recipiente, serán provistos de compuertas á propósito, y se comunicarán, por medio de canales, con las atarjeas de la ciudad, y así se procurará el agua suficiente para mantener una corriente continua en los caños y para lavar periódicamente las calles de la capital.

Cuestion no ménos importante es la utilizacion de las inmundicias para usos agrícolas.

Desde los tiempos más remotos, el abono humano ha servido

y sirve para el cultivo de los campos; en el Japon y en China se utilizan estas materias desde hace siglos; lo mismo en España, Italia y Escocia, pero no siempre sin inconvenientes. En los grandes centros de poblacion ha sido muy difícil trasladar á los campos rápidamente grandes cantidades de inmundicias, evitando los peligros de su putrefaccion. Se procuraba desinfectar estas sustancias por todos los modos químicos y mecánicos que la ciencia ha podido indicar, pero todos los ensayos han sido por mucho tiempo reconocidos como demasiado costosos é ineficaces. En Lóndres, hasta el último tiempo, se abandonaba toda idea de sacar provecho de las inmundicias y se trataba únicamente de evitar su influencia deletérea, colocando los desemboques muy léjos de la ciudad y ahogando todas las materias en la masa de agua del Támesis marítimo. Igualmente en el nuevo sistema de atarjeas de Francfort, sobre el Main, no se utiliza el lodo; los desemboques están situados en medio del rio y más abajo que el nivel del agua, y las inmundicias son arrastradas por la corriente.

Sin embargo, esta cuestion ha hecho progresos considerables en los últimos años; los numerosos experimentos de *Frankland* en Inglaterra, *Schlösing* y *Durand-Claye* en Francia, han demostrado la posibilidad de utilizar dichas sustancias para la produccion agrícola, y han probado que precisamente sometiéndolas á la accion combinada del terreno y de la vegetacion, se logra mejor hacerlas sanas.[1] Se ha descubierto que el agua totalmente corrompida, si se la hace pasar por sobre terrenos cultivados, se despoja de las sustancias infectantes: ella sufre en los intersticios de la tierra una oxidacion que se facilita mucho por las raicecillas de las plantas que la despojan de las materias putrefactivas, cambiándolas en tejido vegetal, y además exhalando oxígeno.[2] *Schlösing* atribuye esta purificacion en gran parte á la accion de un microbio especial que ha descubierto en el humus y en el agua de los caños, y que oxidando las materias orgánicas disueltas, trasforma los elementos fermentativos en azotatos mi-

1 *A. Durand-Claye.* Situation de la question des eaux d'égout et de leur emploi agricole en France et en Angleterre. (Annales des Ponts et chaussées. Février, 1873.)

2 *Comptes-rendus de l'Académie des sciences.* Mars, 1805. Communications de M. *Icannel.*

nerales. En terrenos cultivados con plantas de vegetacion rápida y vivaz, la desinfeccion se verifica de una manera tan perfecta y tan pronta, que el agua de los caños, despues de haber servido para la nutricion de las plantas, sale limpia y de la mayor pureza bajo el punto de vista orgánico, pudiendo escurrir en los canales ó rios, sin riesgo ninguno para la salubridad de los campos vecinos.

Numerosas observaciones hechas en Inglaterra, recogidas por el eminente químico *Frankland*, han demostrado que las aguas de los caños, aun infectadas por los excrementos de enfermos de cólera y tifo, y utilizadas en irrigaciones, no han trasmitido estas enfermedades, ni á los habitantes de esos terrenos, ni á las personas que se han alimentado con sus productos, y últimamente en el Congreso Médico Internacional reunido en Lóndres el año pasado, el Dr. *Carpenter* ha comunicado el hecho análogo observado en Beddington. Desde hace 20 años que se hacen allí irrigaciones; á pesar de que se ha arrojado sobre los campos las deyecciones de más de 2000 enfermos de tifo, no sobrevino ni un solo caso de la enfermedad mencionada, ni entre los empleados ni entre las personas que visitaban diariamente esta hacienda.

Lo mismo en las extensas llanuras de los alrededores de Milan, el abono líquido de los caños está empleado, desde muchísimo tiempo, sin perjuicio ninguno para la salubridad, para el riego de las praderas que producen una cantidad fabulosa de forraje de excelente calidad.

Tambien en Francia, hace años, se ha acreditado este sistema y se aplica con grande ventaja en Montpellier, Carcasonne, Aix, Cambray, y sobre todo en los alrededores de Paris, en la península de Gennevilliers y en el bosque de Saint Germain, adonde los líquidos son llevados en tubos cerrados, por tres máquinas de vapor, que juntas tienen la fuerza de 1000 caballos. Hasta ahora se han hecho irrigaciones sobre una superficie de 6,300 hectaras, utilizando 45,000 á 50,000 metros cúbicos de agua de caños por hectara y por año, y la experiencia ha demostrado que aun en terrenos más áridos se desarrollan de un modo exuberante la mayor parte de las plantas de gran cultura.

Sin embargo, la dificultad de utilizar todos sus lodos para una ciudad tan grande como Paris, y de encontrar para este objeto una superficie suficiente de terreno, que segun los ingenieros no

debia ser ménos de 60,000 hectaras, y la imposibilidad de regar de modo igual todo el año, cuando la intermitencia y la aplicacion en diferentes cantidades, segun la estacion, son las condiciones naturales de la irrigacion agrícola, y además, la dificultad de almacenar y conservar tan colosales cantidades de líquido para utilizarlo en tiempo propicio, han hecho buscar el modo de separar el agua y conservar en seco todos los principios fertilizadores.

Se ha conseguido resolver este problema por la decantacion, agregando á las aguas sucias una cantidad á propósito de agua de cal (en proporcion de 200 á 250 gramos de cal por metro cúbico de agua), que precipita todas las materias disueltas y suspendidas en ellas, las hace perder casi completamente todo el mal olor é impide el desprendimiento de todas las emanaciones nocivas.

Este sistema se practica con el mejor éxito desde hace tres años en la fábrica de papel de Essonnes, adonde diariamente, con el gasto de 20 francos ($4) en mano de obra, se purifican 10,000 metros cúbicos de agua sucia, haciéndola escurrir clarificada al rio y retirando el abono en estado sólido para la agricultura.

El sistema material empleado en la fábrica de Essonnes se compone[1] de un recipiente con revestimiento impermeable, destinado á la decantacion de las aguas sucias, y de una serie de recipientes con fondo permeable, construido con herrumbre (mâchefer), colocados paralelamente al del primero, en un plano inferior y que sirven de filtro al lodo producido por la decantacion. Dentro de ocho dias, este lodo adquiere ya una consistencia suficiente para ser extraido de los recipientes con la pala y trasportado á un corral para su desecamiento definitivo.

Un metro cúbico de agua de caños de Paris, con la adicion de 250 gramos de cal, da un precipitado aproximadamente de 8 litros de volúmen, que en estado seco pesa 1000 á 1500 gramos, de los cuales 11 á 15 gramos son de nitrógeno y 20 á 25 gramos de fosfato de cal, y constituye así un abono excelente.

Otro sistema de decantacion, debido á los trabajos de *Durand-Claye* y *Le Chatelier*, consiste en la precipitacion de las materias

1 L'épuration et l'utilisation des eaux d'égouts par M. *Aubry-Vitet* en la *Revue des Deux Mondes.* Octubre, 1880.

sólidas, mantenidas en suspension en las inmundicias, agregando á ellas una solucion concentrada de sulfato de alumina, y en proporcion de un litro para 2000 litros de agua de caños.

Recientemente *Schlösing* ha comunicado á la Academia de ciencias en Paris un nuevo procedimiento de extraccion de principios fertilizadores del agua de caños, tratando éstas por el ácido fosfórico y la magnesia, y precipitando el amoniaco en estado de fosfatos de amoniaco y de magnesia, que directamente pueden ser utilizados en la agricultura. Es difícil todavía juzgar el valor práctico de este procedimiento, miéntras no lo prueba la experiencia.

Por el gran costo del establecimiento de los recipientes mencionados y la carencia de los productos químicos empleados, seria hoy poco ventajoso realizar en México el sistema de decantacion de las inmundicias, y además en las circunstancias actuales no hay ninguna necesidad de ello. En las inmediaciones de la ciudad se puede irrigar con agua limpia y en los alrededores no faltan grandes terrenos totalmente inhabitados, que sin perjuicio ninguno para la salubridad, pueden ser fertilizados con las aguas de los caños, dirigiéndolas á alguna distancia en tubos cerrados y cubriendo, tanto el recipiente como los campos irrigados, con cortinas de árboles.

La aplicacion de semejante sistema seria una conquista preciosa para la higiene de México. Ya no habria necesidad de derramar las inmundicias en el lago de Texcoco, sino que se repartiria el producto de las aguas de caños en plantíos creados con profusion en todo el Valle.

Así podríase fácilmente cubrir todos los estériles alrededores de México con una vegetacion frondosa, que esparciria en la atmósfera humedad y oxígeno, y las inmundicias urbanas, que abandonadas hoy á una fermentacion pútrida, á dos pasos de las habitaciones, infestan el aire y originan en toda la poblacion la desolacion y el terror, serian mañana para la comunidad fuente inagotable de riqueza y salud.

3.—LA DISTRIBUCION DE LAS AGUAS.

Desde siglos atrás, los habitantes de México han considerado el agua como el mayor peligro de que es forzoso defenderse á toda costa y por todos los medios posibles. Arrojarla fuera del Valle por un desagüe general, fué visto como el único remedio eficaz en que se fijaron en seguida muchas generaciones, tanto para evitar las inundaciones, como para mejorar el estado sanitario de la ciudad. Todas las otras providencias, como impedir el desmonte y establecer arboledas, detener el agua de los lagos y rios con calzadas y diques, concentrarla y distribuirla en canales á propósito para usos agrícolas, no fueron nunca vistas sino como paliativos muy insuficientes.

Pero á pesar de esfuerzos materiales considerabilísimos, hechos por espacio de tres siglos, la diferencia y fluctuacion permanente de opiniones, la irresolucion continua de adoptar y seguir el mismo plan, y la escasez de fondos públicos, han hecho que no se haya podido nunca resolver satisfactoriamente esta cuestion pendiente. La sola obra grandiosa que se ha llevado á cabo, el canal de Huehuetoca, que costó seis millones de pesos y que ha exigido 150 años de trabajo, ha alejado el peligro de las inundaciones, dando salida á las aguas del rio de Cuautitlan fuera del Valle, pero su influencia fué desastrosa por haber desecado y hecho estéril una gran parte del Valle. En vano *A. de Humboldt* ha demostrado que el sistema europeo de un desagüe artificial no es á propósito para el Valle de Tenoxtitlan, que perjudica al cultivo y la salubridad, y que debia ser sustituido por una canalizacion adecuada; el temor de la inundacion con que fué amenazada la ciudad en 1866, ha hecho adoptar un nuevo proyecto de desagüe directo que consistia en conservar el lago de Zumpango, desecar los lagos del Sur, reducir á estrechos límites los lagos de Texcoco, San Cristóbal y Xaltocan, y arrojar las aguas fuera del Valle por un canal de desagüe que, partiendo de la ciudad de Texcoco, se dirija al extremo Norte del lago de

Zumpango y se termine en un túnel que atraviese las lomas de Tequisquiac. Ese proyecto, acogido favorablemente y con grandes esperanzas, tanto por el gobierno imperial como por el público, terminó con un desengaño completo. Se ha gastado millon y medio de pesos, y ni la vigésima parte de la obra se ha terminado; se han suspendido los trabajos hace algunos años, y lo construido está casi en ruina. De este modo todo el dinero disponible se ha gastado en obras estériles, miéntras las calzadas y diques de los lagos y rios descuidados se reventaban frecuentemente, y el agua, no pudiendo ser reabsorbida en el terreno por falta de bosques, ni repartirse y ser contenida en los pocos canales, inundaba periódicamente el terreno más bajo del Valle y amenazaba cada año la capital. Y solamente en momentos de peligro se ha pensado en aprisionar el agua en los lagos y rios, y reparar apresuradamente las compuertas, las calzadas y los diques, para dominar las inundaciones.

De algunos años acá la situacion ha cambiado completamente, la mayor parte de los lagos se han desecado por sí solos ó convertido en ciénagas; en todo el Valle, con excepcion de algunos lugares, el suelo está árido y sin cultivo por falta de agua; en la ciudad misma las aguas ambientes han bajado notablemente, no sólo para la limpia de la ciudad, sino aun para los usos domésticos; el agua falta de un modo muy sensible, y á pesar de esto hay todavía hoy, tanto entre los ingenieros y médicos, como entre el público ilustrado, una creencia general de que para la higiene de la capital el desagüe directo es indispensable, y que sin él, todos los otros medios no serán sino paliativos.

La concesion otorgada últimamente por el Gobierno al Sr. D. *A. Mier y Celis*, para organizar una Compañía del desagüe y canalizacion de la ciudad y del Valle de México, aunque no precisa ningun proyecto concreto, está tambien basada en el desagüe directo, y todos los oradores, tanto en el Congreso como en el Senado, lo declararon como indispensable.

Y sin embargo, esta idea está tan desprovista de una base exacta, y es tan calamitosa para los intereses, no sólo de la poblacion sino tambien de los concesionarios, que tenemos que detenernos en ella y exponer todas las consideraciones necesarias para poder apreciarla en su justo valor.

Es un hecho confirmado por observaciones numerosas que, desde siglos atrás, la cantidad de agua en el Valle de México disminuye continuamente, y eso por falta de equilibrio entre la masa de agua que entra y la pérdida por la evaporacion.

Ya ántes de la conquista se experimentaba esta diminucion de agua en el Valle, aunque de un modo muy lento. La destruccion completa de bosques por los españoles y el desagüe real de Huehuetoca, han precipitado las cosas y disminuido en un grado extraordinario la humedad del suelo y de la atmósfera, y al mismo tiempo las profundidades de los lagos y la cantidad de las aguas llovedizas. Así la profundidad del lago de Texcoco, que en 1804, segun *Humboldt*, era de 3 á 5 metros, no presentaba en 1865, sino en promedio 1 metro y 80 centímetros, y la altura udométrica média anual, que entónces era de dos metros, marcaba en 1865, 0.62. En relacion, la fertilidad del Valle ha disminuido progresivamente; las magníficas praderas se han cambiado en llanuras arenosas; un terreno ántes cubierto de rica y risueña vegetacion se ha convertido en una superficie triste y estéril.

De igual modo la comparacion de los datos que han servido hace 16 años como base al proyecto del desagüe con el estado actual de cosas, probará de un modo elocuente, que esta diminucion de aguas en el Valle sigue sin interrupcion y de un modo alarmante.

Segun la Memoria del Sr. *Iglesias* sobre el desagüe del Valle, publicada en 1866, la cantidad de agua que habia entónces en los lagos está evaluada en 858.120,630 metros cúbicos.

La cantidad que producen anualmente las lluvias en el Valle, está calculada en 2,661.329,600 mc. Deduciendo de esta cifra una tercera parte como pérdida en infiltraciones y evaporacion, y de la cantidad que queda una cuarta parte para las aguas que recoge el rio de Cuautitlan, resultará que el agua que se deposita anualmente en los lagos está representada por 1,330.664,600 mc.

La evaporacion anual de los lagos está fijada, segun los cálculos del Sr. *Orozco y Berra*, en 1,295.253,600, y segun las observaciones del Sr. D. *Guillermo Hay*, en 1,286.238,200.

Como resultado final, el Sr. *Iglesias* evalúa la cantidad de las aguas que debe vaciar el túnel en un año, y que está constituida por el agua de los caños y un décimo de las llovedizas, en 961 mi-

llones 756,970 mc., lo que representaria 31 á 32 mc. por segundo.

Hoy la situacion está completamente cambiada: las lluvias han disminuido casi á la mitad; la altura udométrica média era en el año 1880 de 0.38 y las cantidades de aguas llovedizas fueron en el trascurso de los últimos 16 años, no solamente equilibradas por la evaporacion, sino aun superadas en tal grado, que en los últimos años la laguna de Zumpango estaba casi seca, á pesar que en Setiembre de 1877 la Direccion del desagüe ha comenzado á introducir en este lago el agua del rio de Cuautitlan; los lagos de San Cristóbal y Xaltocan se han convertido en ciénagas; el lago de Texcoco en el mes de Mayo de 1881 no ha tenido más que 45 centímetros de profundidad máxima, con 20 á 25 centímetros de profundidad média, y esto gracias á la introduccion, siempre en aumento, de las aguas de los lagos del Sur, sin cuya precaucion estaria desde hace mucho tiempo casi totalmente seco; los lagos de Chalco y Xochimilco han disminuido tambien notablemente, tanto de superficie como de profundidad. En todo el Valle la abundancia y circulacion de las aguas ha disminuido y disminuye continuamente de un modo visible. Los acueductos de la Tlaxpana y de Belem, que en 1862 conducian á la ciudad por segundo 343 litros, hoy no traen en el mismo tiempo más que 200 litros. Las aguas ambientes han bajado notablemente, lo mismo que en las albercas, y á tal grado, que en el ojo de agua de Chapultepec fué necesario recurrir á una máquina de vapor para subirla al canal del acueducto. Además, varios manantiales se han agotado ya, otros no reciben sino muy poca agua, y en los últimos años, apénas terminadas las lluvias, la falta de agua se ha notado y se nota de un modo muy sensible en varias partes de la ciudad.

En conjunto se puede decir que la cantidad de agua depositada en los lagos hoy representa ménos que la mitad de la que habia hace 16 años, y queriendo arrojarla, segun los preceptos de los ingenieros, fuera del Valle en un año, podria dar, junto con el excedente de las aguas llovedizas, á lo más 15 á 16 mc. por segundo.

Pero ¿es necesario ó conveniente, sea para la higiene, la climatología, la agricultura ó intereses de la Compañía, el desagüe directo? De ningun modo. El descubrimiento rápido de grandes

superficies de terreno, que no pueden ser explotadas inmediatamente y que por mucho tiempo se quedarian en estado pantanoso, no podria sino empeorar las condiciones higiénicas y climatológicas del Valle, tanto por la diminucion de los manantiales, de las corrientes de agua y la humedad del aire, como por el aumento notable de los miasmas palúdicos.

Un desagüe precipitado no dejaria tambien de ser peligroso para la ciudad. El subsuelo de las casas debe su consistencia á una gran cantidad de aguas cenagosas; si ellas bajan rápidamente, las casas y edificios que carecen de buenos cimientos podrian desnivelarse y cuartearse.

La supresion de los lagos no seria posible sin exponer en tiempo de lluvias los terrenos que hoy ocupan, á inundaciones; las lluvias en el Valle vienen tan precipitadamente y en tal abundancia, que por el momento no podrian ser recogidas en los canales é inevitablemente rebosarian sobre sus bordes, invadiendo y devastando todos los alrededores.

Además, se necesitan grandes cantidades de agua para la limpia constante de la ciudad, para el cultivo de los campos y para mantener en los canales en tiempo de sequía, el nivel necesario para la navegacion; y para poder disponer de esas cantidades, se necesita recogerlas en tiempo de lluvias en los recipientes naturales ó artificiales.

Por estas razones creemos que es indispensable conservar los lagos del Sur y lo mismo el lago de Zumpango. Los lagos de San Cristóbal, de Xalcotan y de Texcoco se pueden reducir á una tercera ó cuarta parte, pero de ningun modo conviene desecarlos completamente: los primeros para conservar unos recipientes que recojan las aguas llovedizas, y el de Texcoco, además de las mismas razones, para poder explotar las sales.

Las personas que se han ocupado últimamente de la cuestion del desagüe comienzan ya á convencerse de la necesidad de conservar los lagos. Así el Sr. *F. Diaz de Covarrúbias*, en el proyecto de obras hidráulicas, aunque su medida técnica, la del dragado del lago de Texcoco, no es práctica y aceptable, ha demostrado, sin embargo, la necesidad de conservar y utilizar las aguas de los lagos, en lugar de arrojarlas. El Sr. *Lobato*, en su estudio sobre la meteorología del Valle, opina que es indispensable conser-

var los lagos de Chalco y Xochimilco, para poder procurarse el agua necesaria para la limpia de la ciudad. El Sr. *F. de Garay* modificó tambien su proyecto en ese sentido, y además propone introducir el rio de Cuautitlan de nuevo al Valle. El Sr. *Orozco* va todavía más léjos y propone, no solamente conservar los lagos del Sur ý aprovechar las aguas del rio de Cuautitlan, sino aun quiere conservar el lago de Texcoco, reduciéndolo á ocho leguas cuadradas y asegurando sus bordes por calzadas formadas con la excavacion de un canal de circunvalacion. Además, los profesores de la Escuela de Agricultura, en la Memoria sobre el desagüe presentada en el Congreso Médico, lamentan que la mayor parte de las fincas rústicas del Valle se quedan sin el beneficio del riego, y que aun las aguas de los lagos del Sur son insuficientes, por su régimen actual, para llenar ese objeto.

Pero conservando los lagos del Sur y Zumpango, y reduciendo los otros á una tercera parte, vamos á ver qué cantidades nos quedan para un desagüe directo.

Aparte de las dos terceras partes de las aguas de San Cristóbal, de Xalcotan y de Texcoco, se podria calificar como excedentes, únicamente las cantidades que hoy recibe el lago de Texcoco y que están constituidas por los derrames de la ciudad y los de Chalco y Xochimilco. No contamos las aguas de algunos pequeños rios, porque estas aguas ya serán recogidas por los lagos reducidos y por los canales.

Segun la carta hidrográfica, los derrames de la ciudad que el canal de San Lázaro dirige á Texcoco, representaban en el año 1862, 127.^{mc}740 por minuto y los derrames de Chalco y Xochimilco 444.^{mc}269, lo que en totalidad forma 572.^{mc}009 por minuto, ó sea cerca de 10 mc. por segundo.

Hoy los derrames de Chalco y Xochimilco han disminuido muchísimo por la baja notable de las aguas ambientes y por el aumento de las infiltraciones en el suelo de las acequias, y lo ménos se han reducido á la mitad, que seria de 222.^{mc}134 por minuto; y aun suponiendo que la poblacion y sus derrames han aumentado en los últimos 20 años en una cuarta parte, y calculándolas en relacion hoy en 159.^{mc}675 por minuto, tendrémos en conjunto 381.^{mc}809 por minuto, ó sea 6.^{mc}363 por segundo.

Hoy la ciudad recibe por los acueductos una cantidad insig-

nificante de 200 litros por segundo, y por el canal de la Viga, aproximadamente 70 litros por segundo. Despues de haber arreglado la canalizacion de la ciudad, si se le proporciona el agua necesaria para su limpia, contando aún 500 litros por habitante en 24 horas, y la poblacion de México en 350,000, las aguas que recibirá la capital no representarán más de 2.mc16 por segundo. Además, miéntras más agua reciba la ciudad por un canal directo bien construido, los derrames de las acequias disminuirán en proporcion, de modo que la introduccion del agua necesaria para la limpia de la ciudad podrá apénas aumentar la totalidad de agua que hoy recibe el lago de Texcoco, aproximativamente en un metro por segundo.

En el primer año, las dos terceras partes de las aguas de los lagos de Xaltocan, San Cristóbal y Texcoco, contando el volúmen actual de sus aguas en la mitad de lo que contenian hace 15 años, ó sea 238.366,215 mc., representarán 148.910,910 mc. ó cerca de 5 mc. por segundo. En conjunto, en el primer año, el canal de desagüe podrá arrojar 12 á 13 mc. y en los años sucesivos 7 á 8 mc. por segundo, lo que apénas podria alcanzar para el cultivo de unas cuantas leguas cuadradas.

Y no debe uno caer en error por el aflujo de aguas, en tiempo de lluvias, en la cuenca del Valle, ó por algunas inundaciones parciales de la ciudad, porque ellas provienen más bien del abandono completo, falta de bosques, falta de canales, que de la abundancia de aguas. En efecto, el suelo, que impregnado de sales eflorescentes y desprovisto de bosques y aun de toda vegetacion, causa una evaporacion rápida y la sequedad de la atmósfera en la mayor parte del año, en tiempo de aguas facilita el descenso de los atierres y contribuye á la violencia de los torrentes. La falta de una buena canalizacion en el Valle, y el mal estado de las calzadas y diques para aprisionar los lagos y rios, aumentan esta situacion calamitosa, y el agua, no pudiendo ser reabsorbida por el suelo seco y desnudo, ni ser detenida suficientemente en los lagos, rios y canales, se precipita rápida y superficialmente hasta los lugares más bajos del Valle. De este modo las inundaciones provienen de falta de una buena distribucion de aguas y del culpable descuido en tomar providencias adecuadas, y de ningun modo de un excedente de agua.

Aun introduciendo en el Valle el rio de Cuautitlan, sus aguas no pueden aumentar en mucho las cantidades indicadas. El Señor *Iglesias* fijaba hace quince años la cantidad de agua que anualmente pasa por Nochistongo, en 443.554,933 mc., lo que hace $10.^{mc}9$ por segundo: calculando como hemos hecho para los lagos, que las cantidades en relacion con la diminucion de las lluvias han bajado á la mitad, quedan $5.^{mc}45$, y de éstos más de la mitad se agota sólo en las irrigaciones hechas en algunas haciendas vecinas, y las cantidades que son arrojadas fuera del Valle no pasan actualmente, segun las evaluaciones de personas competentes, por término medio, de 2 á 3 mc. por segundo.

Agregando esta cantidad á la que hemos fijado anteriormente, el canal del desagüe podia aún, con la introduccion de las aguas del rio de Cuautitlan, extraer á lo más 10 á 11 mc. por segundo.

Esta cantidad podria considerarse como excedente y ser arrojada por el tajo, dejando el Valle en su actual estado de desierto; pero desde el momento en que se reconoce el cultivo, no sólo bajo el punto de vista de climatología y de higiene sino aun de economía política, como necesidad y una condicion de existencia, y de que la Compañía encuentra en la explotacion de los terrenos cedidos y el aumento consecutivo de su valor, la indemnizacion principal del capital invertido, la situacion cambia completamente.

Segun la experiencia hecha en los alrededores de Paris, sobre las irrigaciones de los campos con el agua de los caños, en la cultura de una hectara se puede absorber anualmente 45,000 á 50,000 metros cúbicos. En México, por el clima más caliente, la continuidad de la vegetacion, la naturaleza de los terrenos, que por ser salitrosos, necesitan más riego, y por las plantaciones en gran parte de eucaliptus, se puede absorber mucho más, pero aun contando sólo 50,000 mc. por hectara, una legua cuadrada ó 1755 hectaras ya absorberán 87.750,000 mc. ó sea cerca de 3 mc. por segundo.

De este modo el total de las aguas que se considera como excedentes, apénas puede alcanzar al cultivo de 3 á 4 leguas cuadradas, y este solo hecho ya hace el desagüe directo totalmente inútil.

El Sr. *G. Raigosa*, en el discurso que pronunció en el Senado

sobre el desagüe, en que considera el cultivo como indispensable para el saneamiento del Valle, ha llegado á un resultado análogo, respecto de la evaluacion de las aguas excedentes, indicando que pueden alcanzar para el riego de unas 10,000 hectaras ó sea cerca de 6 leguas cuadradas, y á pesar de esto, declara que es al mismo tiempo indispensable arrojar las mismas aguas fuera del Valle por el desagüe directo.

Nosotros no podemos explicarnos esta contradiccion en que incurrió el Sr. *Raigosa* sino porque, siguiendo las opiniones exclusivamente de ingenieros, sin consultar á los agricultores, ha creido que el agua, despues de haber servido al cultivo, escurre en su totalidad á los canales del desagüe.

Segun las experiencias hechas en los campos irrigados, de los 50,000 mc. de agua que se arrojan anualmente sobre una hectara, 45,000 se evaporan y 5,000 son utilizados para la formacion del tejido vegetal, y las aguas ambientes del suelo casi nada recogen de estas cantidades, y al contrario, como hemos indicado anteriormente, con el cultivo de ciertas plantas bajan notablemente.

Es pues totalmente errónea la idea de que las aguas utilizadas para el riego pueden ser recogidas en el canal del desagüe y servir como fuerza motriz fuera del Valle y despues otra vez para el riego en el valle de Tula. Desde el momento que el cultivo absorbe toda la cantidad de aguas excedentes, ya no queda nada para el canal del desagüe, que se quedaria á secas sin provecho ninguno, ó en caso que se quisiera arrojar el agua por el canal, no quedaria nada para la agricultura. Es preciso escoger una ú otra cosa, y nos parece más racional, más provechoso para la salubridad y más barato, aplicar las aguas excedentes para el cultivo de los alrededores de la ciudad, que sacarlas á gran costo por un desagüe directo fuera del Valle, dejando la capital rodeada en su mayor parte de un verdadero desierto.

En las circunstancias actuales, léjos de buscar la manera de arrojar el agua fuera del Valle, se debe adoptar, al contrario, como principio imperioso, economizar y conservar este líquido precioso, evitando con el mayor cuidado todos sus desperdicios. Una atenta y prudente distribucion de las aguas debe ser el objeto de las obras hidráulicas, y puede conseguirse perfectamente agregando al cultivo de arboledas y campos, su corolario indispensable, el

establecimiento de un sistema de canalizacion adecuado á las condiciones topográficas del Valle.

Ese sistema, ya aconsejado por *A. de Humboldt*, y últimamente propuesto por el Congreso Médico, está destinado á establecer un equilibrio entre la falta de agua en muchas altas regiones en tiempo de sequía, y el excedente de agua en los bajos en la temporada de las lluvias, y aprovecharla debidamente para la limpia de las atarjeas, y despues, junto con las inmundicias, para el riego de los terrenos cultivados. Este equilibrio se puede conseguir uniendo los lagos entre sí por canales, y distribuyendo las aguas por ramificaciones de estos últimos para el riego de los campos. Para mantener siempre el nivel necesario de agua en los canales, es preciso, además de aprovechar las aguas del rio de Cuautitlan y conservar lo mejor posible las aguas de los lagos de Zumpango, Chalco y Xochimilco, aprisionándolos con diques, establecer por Mixcoac un gran recipiente, que comunicará, tanto como los lagos, con el sistema de canalizacion. El terreno de los alrededores de esta poblacion se presta admirablemente para arreglar con poco costo un pequeño lago, y su altura es muy á propósito para que sus aguas, junto con las de Chalco y Xochimilco, sean utilizadas para mantener en las atarjeas de la ciudad una corriente continua de agua destinada á su limpieza; tambien se podrá evitar de este modo, no sólo las inundaciones anuales de los terrenos de la Piedad y de la Condesa, sino aun de una parte de la capital. Además, se podrá, segun la necesidad, establecer al rededor de la ciudad algunos otros depósitos para conservar el agua. Todos los lagos, recipientes, depósitos y canales deberian estar provistos de compuertas, para poder subir y bajar en ellos el nivel del agua y mantenerlo segun la voluntad.

Naturalmente en este sistema se necesita la aplicacion de máquinas de vapor para extraer las aguas resultantes de la limpia de la ciudad del vaso recipiente y dirigirlas á los campos cultivados. Como hemos visto, las cantidades no son muy grandes, y dos y media á tres leguas cuadradas absorberán ya los 7 á 8 mc. de agua por segundo que podrian arrojar los caños de México. Esta superficie se encuentra fácilmente en los alrededores de la capital, sin necesidad de subir el agua á gran altura y por consiguiente sin necesidad de máquinas de una fuerza exorbitante.

Segun la opinion de hombres competentes, la fuerza de 300 á 400 caballos será suficientísima para este objeto.

Hay muchas personas que creen que la aplicacion de máquinas de vapor no es conveniente en México. Uno de los respetables miembros del Congreso Médico citaba, en prueba de esta opinion, que las locomotivas fueron ventajosamente sustituidas por la traccion animal en algunos ferrocarriles de México. Esta apreciacion no es exacta, porque si en los ferrocarriles aludidos, los de Tlalpam y Tacubaya, se han suprimido las locomotivas, es porque estas líneas no podian prosperar sino haciendo, para la conveniencia de los pasajeros, viajes muy seguidos, y siendo así en cada uno el número de viajeros reducido, la fuerza de algunas mulas podia ser suficiente para el trabajo, y el precio de éstas y su manutencion, no podia de ningun modo entrar en comparacion con el gasto de la compra y del mantenimiento de muchísimas máquinas de 16 caballos de fuerza cada una.

Otra objeccion que se hace es, que la mano de obra es muy barata en México y que las máquinas no pueden competir con ella. Es cierto que hoy el pago de los jornaleros es muy reducido, pero éste se cambiará muy pronto, cuando las grandes empresas ferrocarrileras é industriales absorban los brazos disponibles, y cuando éstos comiencen á faltar para el cultivo de la tierra, entónces el valor de la mano de obra aumentará inevitablemente y se pondrá tan caro como en otra parte. Ya hoy en algunas compañías de ferrocarriles se paga el jornal de un peso. Por otra parte, el costo del mantenimiento de máquinas puede cambiarse notablemente cuando comience á explotarse una de las minas de carbon de piedra que últimamente fueron denunciadas. Además, el gran beneficio compensará 100 veces el gasto, ya por las ventajas incalculables para la higiene de los 350,000 habitantes, ya por el aumento enorme del valor de las fincas y de los terrenos, ya por el fácil aprovechamiento de estas máquinas para la distribucion del agua y su subida en todos los pisos de las casas, y lo mismo para varios trabajos agrícolas é industriales. El notable agricultor *L. Moll*, catedrático del Conservatorio de artes y oficios en Paris, en su obra sobre la Colonizacion y Agricultura en Argel, opina que precisamente el establecimiento de grandes máquinas de vapor está indicado, y presenta ven-

tajas inmensas, cuando son utilizadas para el riego de vastos terrenos adyacentes á un gran centro de poblacion, adonde los productos del cultivo se pueden realizar inmediatamente y en condiciones muy favorables.

En muchos países las máquinas de vapor se han ya acreditado por la práctica de suma utilidad para el mismo objeto, y sirven con mucha ventaja para las irrigaciones, y no conocemos ninguna razon plausible para que no se puedan esperar los mismos resultados en nuestro Valle.

Realizando los medios indicados de desagüe inmediato, el de las irrigaciones para el cultivo y la canalizacion adecuada, creemos que ya un desagüe directo es por demas.

En efecto, ¿cuáles son los argumentos invocados en favor del desagüe general? Dar salida al agua excedente y arrastrar con ella los detritus orgánicos, las sales y los atierres.

Pues cuando los bosques absorban una parte de agua con su follaje y detengan otra no ménos importante con sus raíces en las capas profundas del suelo; cuando las aguas de los caños de la ciudad encuentren su aplicacion y desagüe racional en los campos cultivados; cuando el sobrante de las aguas llovedizas tenga en todas las regiones su desagüe inmediato en un amplio sistema de canalizacion, de una construccion buena y dimensiones suficientes, con toda la seguridad, ya no habrá excedente de agua. Anteriormente hemos demostrado que las aguas de los caños de la ciudad ya pueden ser absorbidas con el cultivo de algunas leguas cuadradas, y como en el Valle disponemos de una superficie de más de 200 leguas cuadradas, y se podria absorber para el cultivo 50 veces mayores cantidades que las que actualmente tenemos ó podriamos atraer al Valle, no nos queda duda alguna de que aun utilizando toda el agua disponible para las irrigaciones, la mayor parte del Valle quedará todavía seca y estéril por falta de agua, y de que puede suceder fácilmente que en ciertas temporadas de la sequía faltara en muchos canales el agua necesaria para la navegacion.

Los temores de que sin el desagüe directo sobrevendrán en los años lluviosos inundaciones, no tienen fundamento ninguno, porque utilizando en tiempo de sequía el agua de los lagos para las irrigaciones, al acercarse la estacion de las lluvias, el nivel del

agua de los lagos estará muy bajo, y estos últimos, estando casi vacíos, podrán recoger mucha más agua que hoy, y además el establecimiento del gran recipiente por Mixcoac y del sistema de canalizacion propuesto, facilitarán una distribucion adecuada de aguas, impidiendo las inundaciones.

Respecto á los detritus orgánicos que los defensores del desagüe directo quieren arrastrar fuera del Valle, seria una imprudencia desperdiciarlos cuando se les puede y debe utilizar para la agricultura; y en cuanto á los atierres, que tambien estos señores desean que acompañen en su salida el agua, tenemos aquí que desvanecer esta idea que, á pesar de ser por muchísimas personas admitida, no deja de ser ilusoria. Cuando en el Sena, que tiene una corriente rápida, las materias sólidas de las aguas de los caños de Paris, que desembocan en ella, no son arrastradas sino forman bancos de 80 centímetros hasta un metro de altura y á pesar de los grandes y continuos trabajos de dragado han invadido una cuarta parte del lecho del rio, desde Asnières hasta Chatou, nos parece más que probable que en los primeros años ya el canal de desagüe seria azolvado, tanto por las inmundicias como por las materias sólidas traidas por las aguas de las cordilleras, que invaden continuamente el fondo de los lagos y que, segun el cálculo de los ingenieros, representan más de 4 millones de m.c. por año. Si se quiere conservar el canal, se necesita recurrir, para quitar los azolves, al dragado muy costoso, lo que hará el desagüe directo muy ruinoso, y tanto más, cuando hemos demostrado su inutilidad é indicado un remedio eficacísimo para evitar los atierres: el plantío de bosques en grande escala.

Los inconvenientes de la impregnacion del suelo por las sales no son tan grandes como se cree generalmente; ya hemos indicado el modo de evitarlos á fin de establecer buenas plantaciones, y éstas, una vez arregladas, harán el suelo permeable para aire y agua, facilitarán su deslave con las lluvias é irrigaciones, y las sales serán en parte destruidas bajo la influencia del sol y del aire, y en otra arrastradas por el *drainage* á los canales y depósitos, y repartidas en la cantidad inmensa de agua, léjos de ser nocivas serán ventajosas para el cultivo.

El Sr. *de Garay* hace valer, como uno de los argumentos en favor del desagüe general, que sin él no se puede establecer un

desagüe á propósito para la ciudad, por falta de una inclinacion suficiente del terreno. Ya hemos demostrado que si ahora la canalizacion de la ciudad deja mucho que desear, es por un deplorable descuido, por falta de agua, por una nivelacion defectuosísima, por la mala construccion, por dimensiones insuficientes, por el azolve perpetuo de las zanjas y atarjeas, y por falta de un número suficiente de canales desaguadores; pero realizando como hemos indicado una canalizacion irreprochable, segun uno de los mejores sistemas de atarjeas usados en Europa, adaptado á las circunstancias topográficas de la ciudad, y utilizando las aguas resultantes de la limpia de los caños para irrigaciones, el desagüe llegará á ser perfecto. En las circunstancias actuales estamos, pues, en lo cierto diciendo que, tanto para el desagüe y limpia de la ciudad como para el cultivo, no hay bastante agua, pero de ninguna manera es indispensable el desagüe general.

Algunos otros ingenieros nos han hecho observar que, aunque las plantaciones de árboles y el cultivo de los terrenos estériles son muy útiles y su eficacia indudable, no pueden dar resultados satisfactorios sino al cabo de un tiempo muy dilatado; que para su establecimiento se necesitan muchísimos brazos que faltan; que es difícil que la Compañía haga sus cálculos sobre la produccion agrícola, tan variable y difícil de precisar, y que lo mejor seria dejar la realizacion de estas medidas á la iniciativa privada; que además, para terminar en pocos años la canalizacion de la ciudad y poder trabajar *cómodamente* en terreno seco, es preciso hacer bajar las aguas ambientes de 4 á 5 metros de profundidad, lo que sólo puede conseguirse con el desagüe directo.

Ya anteriormente hemos demostrado que el desarrollo de una profusa y vigorosa vegetacion es una de las condiciones indispensables para el saneamiento del Valle, y que tanto para evitar los torrentes devastadores y los atierres, como la influencia nociva de los terrenos descubiertos por las aguas, su establecimiento debe preceder á las obras hidráulicas; y que por estas razones tiene que entrar en el plan del desagüe y saneamiento, y de ningun modo ser dejado á la inteligencia, buena voluntad é iniciativa de los propietarios.

El arreglo de plantaciones y de tierras cultivadas no es una obra más dilatada que el desagüe general: porque con sólo la construccion de canales de riego, ya la mayor parte de los terrenos, hoy totalmente estériles, se trasformarán en praderas naturales, con pasto abundante, y las plantaciones de árboles hechas convenientemente, y comenzando por rodear con ellos la ciudad y los lagos, en pocos años ya podrian cambiar visiblemente las condiciones sanitarias del Valle. Naturalmente, para terminarlas en la extension adecuada, se necesitan muchos brazos y mucho tiempo; pero lo propio sucede con el desagüe directo. Así, para establecer un canal terminado, sea con un tajo abierto ó con un túnel, se necesitan tambien muchísimos brazos, y es difícil terminarlo ántes de 1½ á 2 años á lo ménos. El mismo tiempo se necesita despues para que escurra el agua de los lagos y las aguas subterráneas hasta que éstas bajen á la profundidad indicada por los ingenieros, y así no se podria comenzar el establecimiento de la canalizacion de la ciudad ántes de 3 á 4 años. Además, para empezar el plantío de arboledas y el cultivo de las tierras, no hay necesidad sino de un capital relativamente moderado, y se puede contar con un beneficio y ventajas inmediatas; miéntras que para la obra del desagüe directo se necesita tener asegurado un capital muchísimo mayor, lo que en las circunstancias actuales, no teniendo una garantía suficiente, es, si no imposible, á lo ménos *de lo más dilatado*, como lo prueban los esfuerzos hasta ahora vanos de los señores concesionarios.

Respecto de la inseguridad de la explotacion agrícola, consideramos que el establecimiento de praderas naturales ó artificiales, cuyo producto se puede realizar de un modo seguro y en condiciones favorables, estando situadas en derredor de una gran ciudad, y la produccion de madera, cuyo valor aumenta continuamente, hecha por personas competentes y cuidadosas, calculado en un conjunto de años, es una empresa de las más seguras, y siempre ménos aventurada que la construccion del canal del desagüe directo, que azolvándose inevitablemente en los primeros años, y trayendo la insalubridad á todos los campos vecinos, obligará á la Empresa al dragado continuo y á la decantacion de las inmundicias, y sólo su mantencion absorberia ya totalmente los $ 300,000 de subvencion anual ofrecida por el Gobierno.

Al mismo tiempo, los concesionarios tienen que sacar partido de la explotacion de los terrenos cedidos, y á la vez se proponen exigir de los propietarios que les indemnicen por las obras del desagüe; deben, pues, escoger un proyecto que favorezca el cultivo y que realmente aumente el valor de las tierras. Un desagüe que quita al terreno el agua en lugar de distribuirla convenientemente en canales de riego, lo hace estéril y disminuye su valor, y la Compañía, que se propone utilizar y vender esta agua fuera del Valle, no puede ya, segun es de justicia, pedir una retribucion por una obra antiagrícola, y al contrario, deberia indemnizar á los propietarios de las pérdidas que les ocasiona.

Además, el desagüe directo, como lo proponen los ingenieros, presenta peligros muy graves para el Valle y para la ciudad. Si se quiere hacer bajar el agua ambiente de 4 á 5 metros de profundidad, se necesita por fuerza vaciar primero los lagos, y con esto la poca vegetacion que existe en el Valle desaparecerá; todo el cultivo será imposible, los canales y rios se quedarán secos, los manantiales se extinguirán, el mismo canal de desagüe no tendrá sino muy poca agua en tiempo de la sequía, y el Valle se trasformará en poco tiempo en un desierto totalmente inhabitable.

No ménos peligro corre la propiedad urbana: toda la ciudad reposa sobre un terreno pantanoso de más de 30 metros de espesor, y que debe una parte de su consistencia al agua que lo infiltra; si ésta escurre, la pérdida de estabilidad de los cimientos es inevitable. Basta fijarse con atencion en los grandes edificios y las casas para ver que hoy casi todas ellas están ya más ó ménos desplomadas. La iglesia de Loreto, la de la Concepcion, la Escuela de Minas, la Escuela Preparatoria, el Hospital de Terceros, el Hospicio de pobres, tienen un desnivel de 40 á 60 centímetros. En muchas calles, como por ejemplo, en la de la Buena Muerte, la de San Ildefonso, en el callejon de la Condesa y tantas otras, se puede observar fácilmente qué cambios sucesivos ha sufrido el terreno hundiéndose en diferentes lugares.

Si se baja el agua ambiente de 4 á 5 metros, y se quita la consistencia al suelo, formado de un lodazal infiltrado por el agua, secándose éste, se hundirá inevitablemente el terreno; y como las calles se han subido mucho y su piso ha sido comprimido por el tráfico incesante, esta presion ha hecho más fijos los cimientos

de las fachadas, que estando más aseguradas, guardan así más estabilidad que las otras paredes, y por tanto las casas no pueden ménos que hundirse en lo general para atrás. De este modo, todas las construcciones perderán totalmente la estabilidad y la armonía arquitectónica; todas las torres de las iglesias vendrán á quedar como la torre de Piza, todos los grandes edificios se desnivelarán muchísimo, las casas perderán la seguridad y se cuartearán, y una gran parte de los techos se hundirá por fuerza, y si además, para colmo de desgracia, sobreviene algun temblor de tierra, la catástrofe será general y completa.

Por todas las razones expuestas, tenemos plena conviccion de que el desagüe directo, junto con el cultivo adecuado, es totalmente inútil; y sin el cultivo á propósito seria, bajo el punto de vista de la Higiene, Climatología, Agricultura y Economía política, no sólo un despropósito, sino hasta un verdadero desastre, que precipitaria en pocos años la ruina total del Valle y de la ciudad.

Reasumiendo nuestro estudio, el desagüe y el saneamiento de la ciudad y del Valle de México pueden conseguirse por las medidas siguientes:

1ª Revestimiento de las vertientes de las montañas, de los terrenos pantanosos y de una parte del llano con arboledas adecuadas, hasta cubrir una cuarta parte de la superficie del Valle, y la trasformacion en tierra de labor de la mayor parte posible de terrenos estériles y principalmente de los alrededores de la ciudad.

2ª Establecimiento de una canalizacion perfecta de la ciudad, segun el sistema inglés, procurando el agua necesaria para la limpia, y asegurando su desagüe por la construccion de un recipiente que recoja las inmundicias, y una máquina de vapor que dirija las aguas para las irrigaciones á los campos cultivados.

3ª Distribucion de las aguas en el Valle por un sistema de canales adecuado para asegurar el riego de las plantaciones y terrenos cultivados, hacer la limpia de la ciudad y facilitar las comunicaciones. Aparte del aprovechamiento de las aguas del rio de Cuautitlan, y la conservacion de los lagos de Zumpango, Chal-

co y Xochimilco, se establecerá un gran recipiente por Mixcoac, y, segun la necesidad, unos depósitos al rededor de la ciudad. Los lagos de San Cristóbal, Xalcotan y Texcoco se desecarian en gran parte, manteniéndolos en los límites necesarios para el equilibrio y distribucion de las aguas y para explotar las sales.

En nuestro estudio no hemos propuesto ninguna teoría aventurada; todas las indicaciones están deducidas de los hechos sancionados por la experiencia; los medios sanitarios propuestos ya se han demostrado eficaces en otros países, y tienen en su apoyo numerosísimas observaciones comprobadas é incontestables; podemos, pues, tener plena esperanza de que, aplicadas convenientemente, darán el mismo resultado en el Valle de México, donde el cielo es de lo más generoso, donde la tierra abunda y sólo falta el brazo del hombre que la modifique y utilice en su provecho. Así, cubriendo todas las vertientes de montañas y la mayor parte del llano con bosques y plantas de gran cultura, dotando la ciudad con un buen sistema de canalizacion y limpia, regularizando el régimen de las corrientes de agua y multiplicando las irrigaciones, se podrá sin duda alguna atraer al clima de México las más felices modificaciones, y asegurar á este suelo, hasta ahora tan abandonado, el conjunto de circunstancias apropiadas, no solamente para trasformarlo en un país salubre, rico y agradable, sino aun para constituirlo en una de las mejores estaciones sanitarias del mundo.

Dr. de Belina.